



**Juliana Filipa Brito  
Monteiro**

**Os SIG aplicados à gestão da recolha de resíduos  
urbanos**



**Juliana Filipa Brito  
Monteiro**

**Os SIG aplicados à gestão da recolha de resíduos  
urbanos**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor Manuel Arlindo Amador de Matos, Professor Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

*"Tentar e falhar é, pelo menos, aprender. Não chegar a tentar é sofrer a inestimável perda do que poderia ter sido."*

Geraldo Eustáquio

## **o júri**

Presidente

**Professor Doutor Luís António da Cruz Tarelho**

Professor Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

**Professor Doutor Manuel Arlindo Amador de Matos**

Professor Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro  
(Orientador)

**Doutor Rui Pedro de Sousa Pereira Monteiro Julião**

Professor Auxiliar, Departamento de Geografia e Planeamento Regional, Faculdade de Ciências  
Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa

## **agradecimentos**

No fim de mais um desafio da minha vida, chega o momento de agradecer a todos que estiveram e percorreram comigo esta caminhada...

Muito particularmente à Câmara Municipal de Ílhavo que quando solicitada a sua ajuda, mostrou-se sempre disponível.

Gostaria de agradecer ao Professor Arlindo Matos a disponibilidade demonstrada, a revisão crítica e confiança que me foi depositada ao longo de todo o trabalho, e as numerosas discussões e sugestões que me propiciou.

Agradeço muito particularmente ao Eng. Luís Galiza pelo tempo dispendido ao longo da execução deste trabalho.

Finalmente quero ainda agradecer o incentivo da minha família, e em especial da minha mãe pela compreensão e o incentivo dado.

A todos agradeço pela amizade e companheirismo em especial à Ângela, Joana, Elsa e Pedro pelo apoio e compreensão dada.

A todos agradeço, encarecidamente.

## **palavras-chave**

Gestão de resíduos urbanos, ecopontos, contentores, circuitos de recolha, SIG, bases de dados, cadastro,

## **resumo**

A política comunitária e nacional para a gestão de resíduos tem como objectivos prioritários evitar e reduzir a sua produção bem como reduzir o risco para a saúde humana e para o ambiente, tendo por finalidade uma gestão integrada e sustentável.

Este trabalho incide, essencialmente, na análise comparada de dois modelos de gestão da recolha de resíduos urbanos (RU) à escala municipal. O primeiro modelo de gestão é o que corresponde à situação actual. O segundo modelo baseia-se no enquadramento de todas as actividades de gestão da recolha assente numa base de dados com o cadastro das infra-estruturas de alocação, de veículos de recolha, de pessoal, da rede viária., de forma a partilharem a informação mantendo a base de dados sempre actualizada.

Nesse âmbito desenvolveu-se um sistema de base de dados (SBD) de suporte a um Sistema de Informação Geográfica (SIG) relacionando a informação. No âmbito deste trabalho é introduzido e desenvolvido o conceito de ecoponto em termos de uma estrutura de relação georeferenciada onde intervém ainda o cadastro da rede viária, a distribuição espacial da população residente, tendo em vista a gestão operacional do sistema de recolha de RU.

O ecoponto, como respeita a um local georeferenciado onde se pode encontrar um ou mais contentores de recolha de resíduos específicos (conhecidos como fluxos). Neste âmbito foi construído um sistema de base de dados relacional que possibilita o cadastro, a gestão operacional, e a representação geográfica, desenvolvidos sobre um caso de estudo referente ao Município de Ílhavo. O interesse desta base de dados é o de permitir uma gestão integrada de toda a recolha de RU.

Deste trabalho foi possível concluir sobre a utilidade do levantamento da informação e da construção da base de dados para efeito da gestão de resíduos urbanos, embora ainda exista muito trabalho a desenvolver nesta área.

**keywords**

Municipal solid waste management, ecopoints, containers, collection circuits, GIS, data base systems registration,

**abstract**

The EU and Portuguese policy for waste management have the objective of preventing and reducing its production and its harmfulness, aiming at an integrated and sustainable management.

This work focuses primarily on comparative analysis of two models of MSW developed for municipalities. The first model of management refers to the current situation. The second model is based on the framework for all entities involved in the management system based on the registry of infrastructure allocation, recovery and disposal in order to share information, while maintaining the database always updated.

In this context it has been developed a system database (SBD) to support a Geographic Information System (GIS) linking information. As part of this work, it is introduced and developed the concept of ecopoints in terms of a geo-referenced relation structure, in which intervenes the road map network and the spatial distribution of population, regarding the management of the system for collecting UK. The ecopoints, as it matters to a geo-referenced location where you can find one or more containers for specific waste (known as streams). Within this framework we built a relational database system that allows the registration, operational management, and geographical representation, developed on a case study in the city of Ilhavo. The interest of this database is to enable integrational management of the entire collection of UK. From this work, it was possible to conclude about the usefulness of survey information and build of the database for the purpose of municipal waste management, although there is much work in this area.

## Índice

Índice .....	i
Índice de Figuras .....	v
Índice de Tabelas .....	vii
Lista de abreviaturas .....	ix
1 Introdução .....	1
1.1 Caracterização dos resíduos urbanos .....	1
1.2 Legislação .....	6
1.3 Operações de gestão .....	7
1.3.1 Recolha .....	7
1.3.2 Triagem .....	8
1.3.3 Transporte .....	8
1.3.4 Tratamento .....	9
1.3.5 Valorização .....	10
1.3.6 Eliminação .....	10
1.4 Responsabilidade da gestão de RU .....	11
1.5 Objectivos do presente trabalho .....	12
2 Estratégias de gestão municipal de RU .....	15
2.1 Princípios orientadores e condicionantes de gestão .....	15
2.1.1 A directiva comunitária dos resíduos .....	15
2.1.2 Matéria legal .....	16
2.1.3 A gestão de resíduos a nível nacional .....	18
2.1.4 Especificidades locais .....	21
2.1.5 Envolvente ambiental .....	21
2.1.6 Envolvente económica .....	22
2.1.7 Envolvente social .....	22
2.1.8 Análise dos tarifários de serviços de gestão de resíduos urbanos em Portugal .....	23
2.1.8.1 Tipos de tarifas .....	24
2.1.8.2 Sistemas de taxa variável .....	25
2.2 Modelos de gestão de resíduos urbanos .....	25
3 Modelo da gestão da recolha de RU no município de Ílhavo .....	27
3.1 Localização do município .....	27
3.2 Evolução da Produção de RU .....	27
3.3 Modelo actual de gestão .....	28
3.3.1 Recolha e transporte .....	29
3.3.1.1 Recolha indiferenciada .....	30
3.3.1.2 Recolha selectiva .....	31
3.3.2 Tratamento .....	32



3.3.3	Valorização e destino final.....	32
3.4	Avaliação do modelo actual da gestão da recolha de RU .....	33
3.4.1	Análise SWOT .....	34
3.4.2	Indicadores de gestão de resíduos .....	35
3.5	Modelo de gestão integrada da recolha de RU .....	36
3.5.1	Objectivos .....	36
3.5.2	Infra-estruturas.....	36
3.5.3	Modelo operacional .....	37
4	Metodologia e ferramentas .....	39
4.1	Aplicação de sistemas de bases de dados.....	39
4.1.1	Funcionalidades do Access.....	39
4.2	Aplicação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) .....	40
4.2.1	Funcionalidades dos SIG.....	41
4.2.2	Aplicação de SIG à gestão territorial .....	43
4.2.3	Aplicações SIG na gestão de resíduos .....	44
4.2.4	Aplicação de SIG na gestão da recolha de resíduos .....	44
4.2.5	Potencialidades da aplicação de SIG à gestão da recolha de resíduos urbanos .....	45
4.2.6	Limitações à aplicação de SIG na gestão da recolha de resíduos .....	45
4.2.7	Extracção da informação e visualização da gestão da recolha de resíduos .....	46
4.3	Ligação entre SGBD e SIG .....	47
5	Modelo de bases de dados.....	49
5.1	Análise da informação recebida.....	49
5.1.1	Geodatabase .....	49
5.1.2	Visualização das feature data set ecopontos/contentores .....	51
5.1.3	Correcção da data set ecopontos/ contentores.....	52
5.1.4	Cadastro actual de ecopontos/ contentores .....	52
5.2	Projecto da estrutura da base de dados da gestão de recolha de RU .....	54
5.2.1	Tipologia de resíduos .....	54
5.2.2	Cadastro de ecopontos.....	55
5.2.3	Cadastro de contentores .....	56
5.2.4	Ficha técnica dos contentores .....	57
5.2.5	Tabela operacional/exploração.....	58
5.2.6	Circuitos de recolha .....	59
5.3	Especificações do sistema da base de dados .....	62
5.3.1	Modelo relacional.....	63
5.3.2	Formulários .....	66
5.3.3	Consultas às tabelas .....	68
5.4	Ligação entre base de dados (Access) e SIG .....	71
6	Resultados e discussão .....	75

6.1	Os SIG aplicados à recolha .....	75
6.1.1	Ecopontos.....	75
6.1.2	Contentores .....	76
6.1.3	Circuitos de recolha .....	78
6.2	Aplicações cruzadas entre as bases de dados: análise da ocupação do solo .....	80
6.2.1	Densidade populacional por unidade geográfica .....	83
6.2.2	Densidade de contentores por unidade geográfica.....	88
6.2.3	Densidade de populacional por freguesia .....	90
6.2.4	Densidade de contentores por habitante por freguesia .....	91
6.2.5	Densidade de contentores por km <sup>2</sup> .....	92
7	Conclusões e sugestões .....	95
7.1	Os modelos de gestão .....	95
7.1.1	O modelo actual.....	95
7.1.2	O novo modelo de gestão integrada .....	95
7.2	Análise comparada dos modelos de gestão.....	96
7.3	Conclusões .....	99
7.4	Limitações do estudo realizado .....	100
7.5	Sugestões para trabalhos futuros .....	101
	Referências Bibliográficas.....	103
	Anexo A – Distâncias medias de recolha de resíduos recicláveis (km/ton) (Fonte: <a href="http://www.ersuc.pt">www.ersuc.pt</a> ) .....	107
	Anexo B – Informação Geodésica.....	109
	Anexo C – Geodatabase da Câmara Municipal de Ílhavo e atributos das Feature Class respectivas .....	111
	Anexo D – Código em Quick Basic .....	113
	Anexo E - Recorte da tabela Ecopontos do modelo actual (recolha selectiva) .....	117
	Anexo F - Recorte da tabela Contentores do modelo actual (recolha indiferenciada) .....	119
	Anexo G – Recorte da tabela Ecopontos do novo modelo (Access).....	121
	Anexo H – Recorte da tabela Contentores do novo modelo (Access).....	123
	Anexo I – Recorte da tabela Ficha Técnica do novo modelo (Access) .....	125
	Anexo J – Número de contentores por ecoponto.....	127
	Anexo K- Número de contentores por rua .....	129
	Anexo L – Número de contentores por ecoponto e rua .....	131
	Anexo M – Tabela auxiliar .....	133

## Índice de Figuras

Figura 1.1 - Composição física típica dos RU (APA, 2009).....	2
Figura 1.2 - Sistemas de Gestão de RU em Portugal Continental (APA, 2009).....	3
Figura 1.3 – Percentagem de RU encaminhada para as diversas Operações de Gestão, em Portugal Continental, entre 2003 e 2006 (APA, 2009).....	4
Figura 1.4– Percentagem de resíduos por Operação de Gestão, por Região, em 2006 (APA, 2009). ....	4
Figura 1.5 - Gestão dos RU nalguns estados-membros (Fonte: OCDE 06-07). ....	5
Figura 1.6 – Distinção entre sistemas em “alta” e em “baixa” (Fonte: “O Mercado dos Resíduos Em Portugal”, 2005).....	9
Figura 1.7 - Esquema do sistema de recolha e tratamento dos RU (Adaptado de: Levy, 2004). ...	10
Figura 1.8 - Esquema ilustrativo do circuito das embalagens. ....	12
Figura 2.1 – Esquema ilustrativo do ciclo de vida dos materiais. ....	19
Figura 2.2 – Pilares do Desenvolvimento Sustentável (APA, 2009).....	20
Figura 3.1 - Mapas de localização da cidade de Ílhavo e respectivas freguesias.....	27
Figura 3.2 - Evolução anual da produção anual de RU indiferenciados em Ílhavo desde 2002 até 2007 (Fonte: <a href="http://www.cm-ilhavo.pt">www.cm-ilhavo.pt</a> ).....	28
Figura 3.3 - Gráfico da evolução da recolha selectiva em Ílhavo desde 1998 até 2007 (Fonte: <a href="http://www.cm-ilhavo.pt">www.cm-ilhavo.pt</a> ). ....	28
Figura 3.4 - Locais e dias de recolha de RU em Ílhavo (Fonte: <a href="http://www.cm-ilhavo.pt">www.cm-ilhavo.pt</a> ). ....	30
Figura 3.5 - Área abrangida pelo sistema multimunicipal ERSUC (Fonte: <a href="http://www.ERSUC.pt">www.ERSUC.pt</a> ). ....	33
Figura 4.1 – Representação da organização de um SIG (Fonte: <a href="http://www.gis.com">http://www.gis.com</a> ).....	42
Figura 4.2 – Funcionalidades de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). ....	43
Figura 4.3 – Interface SIG. ....	47
Figura 5.1 – Conversão e visualização da Geodatabase. ....	50
Figura 5.2 – Representação da Geodatabase da Câmara Municipal Ílhavo. ....	50
Figura 5.3 – Representação no ArcMap de todos ecopontos vs contentores. ....	51
Figura 5.4 – Representação do buffer de todos ecopontos vs contentores. ....	51
Figura 5.5 – Estrutura da Base de Dados Relacional.....	64
Figura 5.6 – Estrutura da base de dados relacional evidenciando as chaves primárias.....	65
Figura 5.7 – Exemplo das chaves primárias e externas. ....	66
Figura 5.8 – Formulário de Ecopontos e subformulário de Contentores. ....	67
Figura 5.9 – Formulário da Ficha Técnica. ....	68
Figura 5.10 – Consulta referente à Tabela Operacional relativa ao último despejo, limpeza e nível de enchimento. ....	68
Figura 5.11 – Representação esquemática da Base de Dados SIG no ArcGis Diagrammer. ....	72
Figura 6.1 – Mapa de localização dos Ecopontos. ....	75
Figura 6.2 – Janela Identify da Feature Class Ecoponto com os atributos respectivos. ....	76

Figura 6.3 - Janela Identify da Feature Class Contentor mostrando os atributos do contentor num ecoponto. ....	76
Figura 6.4 – Mapa com contentores para as diferentes tipologias de resíduos. ....	77
Figura 6.5 – Mapa com os contentores da recolha selectiva. ....	77
Figura 6.6 - Mapa com os contentores da recolha indiferenciada. ....	78
Figura 6.7 – Mapa do concelho ilustrando os diferentes circuitos para o sistema de recolha indiferenciada. ....	79
Figura 6.8 – Mapa de localização das infra-estruturas de valorização e eliminação. ....	79
Figura 6.9 – Representação esquemática do código das secções e subsecções. ....	81
Figura 6.10 – Mapa da área das subsecções e os respectivos contentores para as diferentes tipologias. ....	82
Figura 6.11 - (a) Mapa do total de homens residentes no concelho; (b) Mapa do total de mulheres residentes no concelho. ....	83
Figura 6.12 – Janela de cálculo para a densidade populacional. ....	83
Figura 6.13 – Mapa da densidade populacional e os respectivos contentores para diferentes tipologias. ....	84
Figura 6.14 – Mapa da densidade populacional e os respectivos contentores para diferentes tipologias. ....	85
Figura 6.15 - Mapa das freguesias do concelho. ....	85
Figura 6.16 - Mapa das freguesias do concelho e os respectivos contentores para diferentes tipologias. ....	86
Figura 6.17 - Mapa das freguesias do concelho e os respectivos contentores para diferentes tipologias e densidade populacional. ....	86
Figura 6.18 – (a) Mapa das freguesias com a densidade populacional e contentores da recolha selectiva; (b) Mapa das freguesias e contentores da recolha selectiva. ....	87
Figura 6.19 - (a) Mapa das freguesias com a densidade populacional e contentores da recolha indiferenciada; (b) Mapa das freguesias e contentores da recolha indiferenciada. ....	87
Figura 6.20 - Janela de cálculo para a densidade de contentores indiferenciados. ....	88
Figura 6.21 - Mapa da densidade populacional e densidade de contentores indiferenciados. ....	89
Figura 6.22 - Mapa da densidade populacional e densidade de contentores diferenciados. ....	89
Figura 6.23 – Mapa da densidade populacional e população residente por freguesia. ....	90
Figura 6.24 – Mapa do número de contentores da recolha selectiva por habitante segundo a freguesia. ....	91
Figura 6.25 - Mapa do número de contentores da recolha indiferenciada por habitante segundo a freguesia. ....	91
Figura 6.26 – Mapa do número de contentores da recolha selectiva por área (km <sup>2</sup> ) segundo freguesia. ....	92
Figura 6.27 - Mapa do número de contentores da recolha indiferenciada por área (km <sup>2</sup> ) segundo freguesia. ....	93

## Índice de Tabelas

Tabela 1.1 - Responsabilidade de cada segmento do sector dos resíduos urbanos.....	11
Tabela 2.1 - Critérios de distinção de distribuição populacional (Fonte: www.ine.pt). ....	23
Tabela 3.1 - A capacidade da contentorização de resíduos urbanos indiferenciados instalada no Município de Ílhavo (Fonte: www.cm-ilhavo.pt). ....	30
Tabela 3.2 – Análise SWOT aplicada ao modelo de gestão de RU .....	34
Tabela 5.1 - Tabela de atributos da feature data set PT_ecopontos da recolha selectiva do modelo de gestão actual. ....	53
Tabela 5.2 – Tabela de atributos de da feature data set PT contentores da recolha indiferenciada do modelo de gestão actual. ....	53
Tabela 5.3 – Representação do cadastro da tipologia de resíduos.....	54
Tabela 5.4 – Lista de atributos do cadastro de ecopontos. ....	55
Tabela 5.5 – Lista de atributos do cadastro de cada contentor de resíduos existente num ecoponto. .....	56
Tabela 5.6 – Lista de atributos do cadastro de registo de contentores. ....	58
Tabela 5.7 – Lista de atributos de operação de cada contentor.....	59
Tabela 5.8 – Lista de atributos do circuito de recolha. ....	60
Tabela 5.9 – Lista de atributos do cadastro de veículos.....	61
Tabela 5.10 – Lista de atributos da tabela operacional dos veículos.....	61
Tabela 5.11 – Lista de atributos da equipa de recolha.....	61
Tabela 5.12 – Lista de atributos dos operadores.....	62
Tabela 5.13 – Tabela com o número de contentores por tipologia de resíduos.....	69
Tabela 5.14 – Tabela do número total de contentores segundo a capacidade.....	69
Tabela 5.15 – Tabela do número de contentores por freguesia. ....	70
Tabela 5.16 – Tabela do número de contentores segundo a tipologia.....	70
Tabela 5.17 – Tabela do número de contentores por freguesia segundo a capacidade e tipologia. .....	71

## **Lista de abreviaturas**

APA- Agência Portuguesa do Ambiente

CCDR- Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional

CMI – Câmara Municipal de Ílhavo

EGF - Empresa Geral de Fomento

ENDS- Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável

ERSUC- Empresa de Resíduos Sólidos do Centro, S.A.

GEE – Gases Efeito Estufa

IGP – Instituto Geográfico Português

INE- Instituto Nacional de Estatística

IRAR- Instituto Regulador de Aguas e Resíduos

MAOT – Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território

OCDE - Organização para a Cooperação Económica Europeia

PAYT- Pay as You Throw

PERSU- Plano Estratégico dos Resíduos urbanos

RU- Resíduos Urbanos

SEA - Secretaria de Estado do Ambiente

SBD – Sistema de bases de dados

SIG- Sistemas de Informação Geográfica

SIREPA- Sistema Integrado de Registo da Agencia Portuguesa da Ambiente.

SUMA- Serviços Urbanos e Meio Ambiente S.A.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, com o aumento da densidade populacional nas zonas urbanas tem ocorrido um aumento progressivo da produção de resíduos urbanos (RU). Neste âmbito, os Municípios necessitam traçar estratégias que assegurem o respeito pelo ambiente, mas também o desempenho económico e a aceitação social, ou seja, atingir um “Desenvolvimento Sustentável”.

Os municípios deverão facilitar e incentivar a sensibilização e participação do público disponibilizando amplamente as informações e, nesse seguimento *“as estratégias de desenvolvimento sustentável são mecanismos importantes para aumentar e vincular a capacidade nacional, bem como induzir conjuntamente prioridades nas políticas sociais, económicas e ambientais e que todos os sectores da sociedade devem ser envolvidos no seu desenvolvimento e implementação”*. Este despertar da consciência cívica pode partir dos Municípios, uma vez que, as questões ambientais são melhor tratadas com a participação de todos os cidadãos interessados (Fonte: <http://www.qca.pt/>).

É necessário promover uma gestão eficiente e sustentável das actividades inerentes à gestão de RU, desenvolvendo uma política integrada de gestão, que fomente a redução na fonte e estimule a reutilização e reciclagem, bem como a sua valorização e deposição final em condições seguras assegurando uma actualização permanente das soluções adoptadas face aos progressos científico e tecnológicos verificados neste sector.

### 1.1 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS URBANOS

A definição de resíduos urbanos decorre da Lei-Quadro dos resíduos, o Decreto Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, referindo tratar-se de “quaisquer substâncias ou objectos de que o detentor se desfaz ou tem a intenção de se desfazer”.

De acordo com o diploma anterior, os resíduos podem ser classificados, quanto à sua origem, em resíduos de produção ou de consumo, resíduos urbanos, resíduos industriais, resíduos agrícolas, resíduos hospitalares e resíduos de construção e demolição, e de acordo com as suas características em resíduos inertes, resíduos não perigosos e resíduos perigosos. Os resíduos urbanos são também definidos no mesmo documento legislativo como “os resíduos domésticos ou outros resíduos semelhantes, em relação da sua natureza ou composição, nomeadamente os provenientes do sector de serviços ou de estabelecimentos comerciais ou industriais e de unidades prestadores de cuidados de saúde, desde que, em qualquer dos casos, a produção diária não exceda 1100 L por produtor”.

A produção de resíduos é resultante de todas as actividades humanas e de diversas formas, na medida em que, mais cedo ou mais tarde, todos os bens colocados no mercado se transformam em resíduos, bem como os processos de produção inerentes. Salienta-se o facto de mesmo os processos de valorização de resíduos, também os gerar.

A ocorrência de resíduos tem as suas causas num grande número de factores de natureza individual, física e social, económica e tecnológica, e de matéria legal que condicionam a natureza e a quantidade de resíduos num dado local (espaço) e num dado instante (tempo) (Matos, 2006). Os diversos factores condicionantes têm a ver com o nível de vida da população, a época do ano, os dias festivos, o clima, entre outros.

De forma genérica, os resíduos são materiais que apresentam composição muito diversa, em alguns dos casos materiais de uma só natureza (ex: resíduos industriais) e noutros casos em materiais de natureza muito diversificada (ex: resíduos urbanos).

É usual a correspondência das designações “resíduo urbano”, tratando-se de uma terminologia abrangente que se refere a uma mistura de componentes, tendo como referência os que são de origem doméstica. Engloba, ainda, resíduos provenientes de outros sectores, do sector de serviços ou de estabelecimentos comerciais ou industriais e de unidades prestadoras de cuidados de saúde com uma natureza ou composição equiparada aos dos domésticos. Apresenta-se na Figura 1.1 a composição física típica dos RU nacionais (APA, 2009).

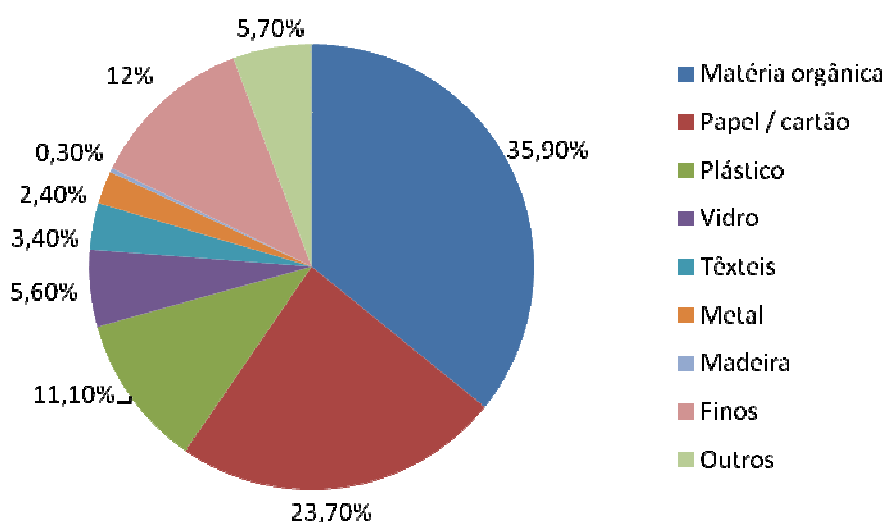


Figura 1.1 - Composição física típica dos RU (APA, 2009).

Um sistema de gestão de RU é uma estrutura de meios humanos, logística, equipamentos e infra-estruturas, estabelecida para levar a cabo as operações inerentes à gestão de resíduos.

Actualmente, existem 29 Sistemas de Gestão de RU cobrindo a totalidade do território continental (representados na Figura 1.2), sendo 15 Multimunicipais e 14 Intermunicipais. Cada um destes Sistemas possui infra-estruturas para assegurar um destino final adequado para os RU produzidos na área respectiva.



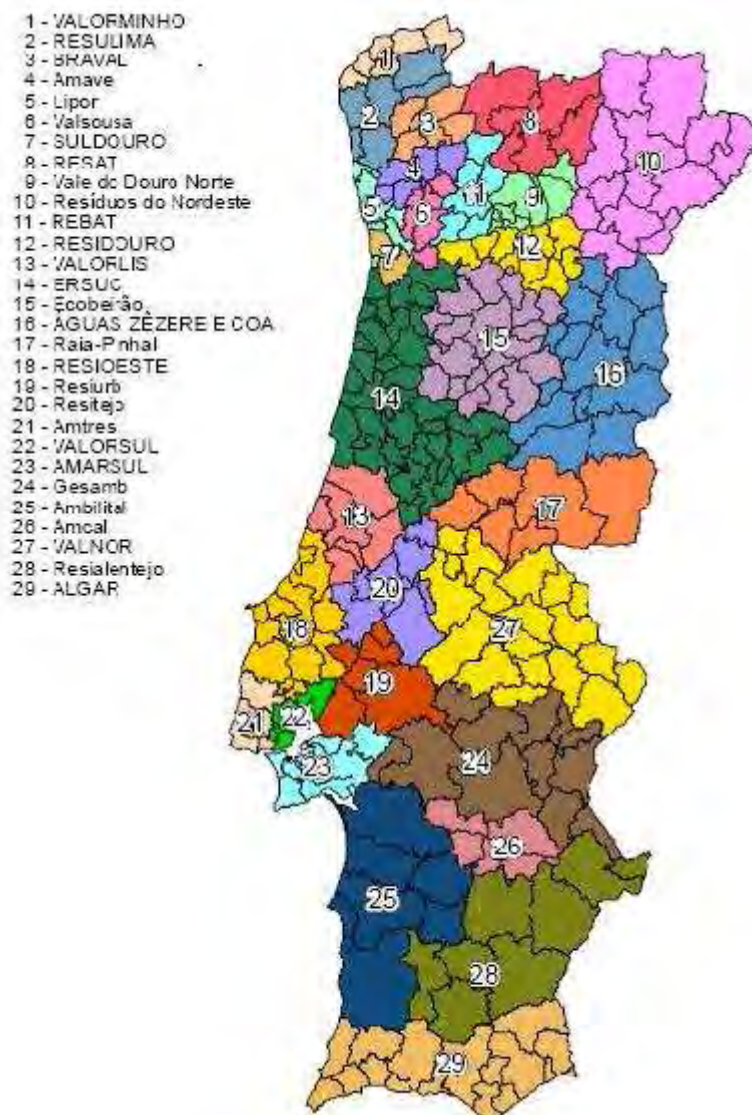


Figura 1.2 - Sistemas de Gestão de RU em Portugal Continental (APA, 2009).

O total de RU calculados para Portugal Continental para o ano 2006 foi efectuado através do tratamento dos dados facultados pelos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos. O cálculo do total de RU produzidos corresponde à soma da recolha indiferenciada e diferenciada. A recolha selectiva compreende os resíduos com vista à reciclagem, nomeadamente embalagens, papel/cartão, vidro e outros materiais depositados voluntariamente nos ecocentros ou efectuados por recolha porta-a-porta. Em vista à valorização orgânica destaca-se a recolha selectiva de Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB).

A valorização orgânica aplica-se à fracção de RUB's provenientes da recolha selectiva e da fracção recuperada da recolha indiferenciada. Por sua vez, a recolha indiferenciada compreende os resíduos recolhidos indiferenciadamente e encaminhados para aterro, valorização energética e valorização orgânica.

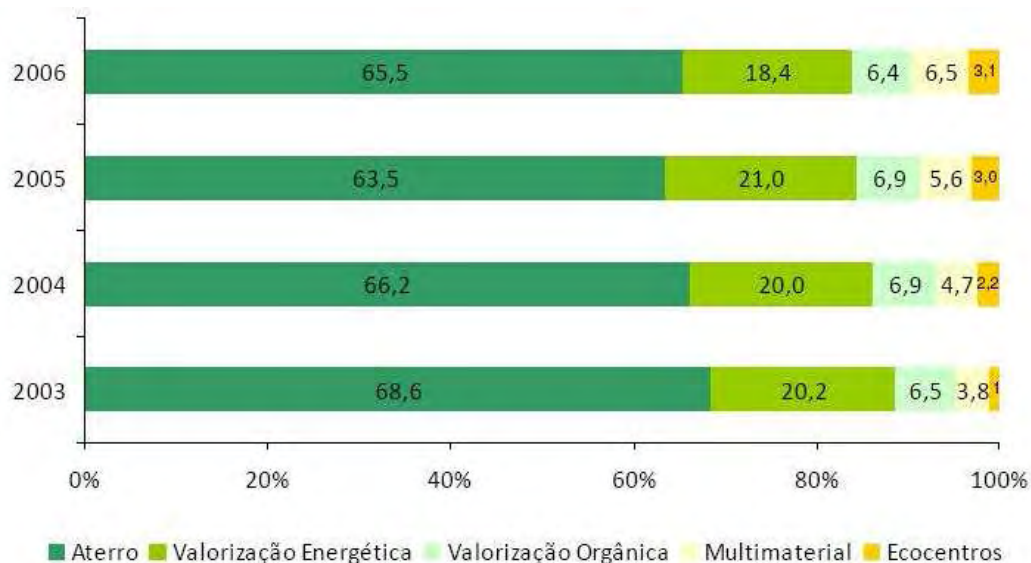


Figura 1.3 – Percentagem de RU encaminhada para as diversas Operações de Gestão, em Portugal Continental, entre 2003 e 2006 (APA, 2009).

A quantidade de RU produzidos por cada região de Portugal Continental segundo algumas operações de gestão.

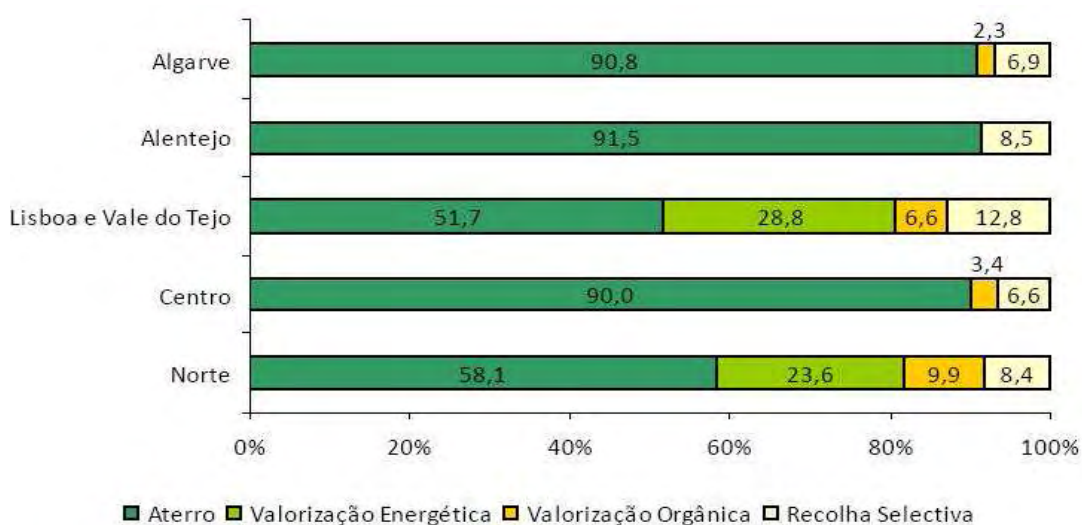


Figura 1.4– Percentagem de resíduos por Operação de Gestão, por Região, em 2006 (APA, 2009).

Em Portugal a área ambiental é da responsabilidade do Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território (MAOT) da Secretaria de Estado do Ambiente (SEA), das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) e das Câmaras Municipais. A elaboração de políticas ambientais passa por um conjunto de entidades, das quais está incluída a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), que é responsável pela realização de estudos nessa matéria, pela realização de estratégias e elaboração de relatórios nesse âmbito.

A gestão de RU está a cargo das Câmaras Municipais, uma vez que possuem a responsabilidade normativa e administrativa. No entanto, algumas das operações da gestão de resíduos urbanos são atribuídos a sistemas intermunicipais ou multimunicipais constituídos para o efeito. Na maioria dos casos, os Municípios são responsáveis pela recolha e transporte da fracção indiferenciada, enquanto os sistemas intermunicipais ou multimunicipais pelos diferentes fluxos provenientes da recolha selectiva. Existe porém, câmaras que delegam a actividade de recolha a entidades privadas através de um contrato de prestação de serviços.

Relativamente à actual política de resíduos da União Europeia, esta baseia-se na aplicação da designada “hierarquia de gestão de resíduos”. Isso significa que, preferencialmente, se deve optar pela prevenção e que os resíduos cuja produção não pode ser evitada sejam reutilizados, reciclados ou valorizados sempre que possível, sendo a sua eliminação em aterro reduzida ao mínimo indispensável. A eliminação é considerada a pior opção para o ambiente, dado implicar uma perda de recursos e poder transformar-se numa responsabilidade ambiental futura (CCE, 2005).



Figura 1.5 - Gestão dos RU nalguns estados-membros (Fonte: OCDE 06-07).

Na Figura 1.5 é apresentado o destino dos RU em alguns Estados-membros, verificando-se grandes discrepâncias entre eles. Assim, existem no espaço europeu Estados-membros, como a Polónia, Hungria ou a Eslováquia, que reciclam menos, onde 80-90% dos resíduos são de depositados em aterro. Ao contrário de outros que valorizam mais, como a Áustria, Alemanha e Países Baixos, onde 70-75% de valorização é para a reciclagem que inclui a compostagem com uma contribuição entre 40 a 60%.

## 1.2 LEGISLAÇÃO

A legislação nacional, assume um papel de relevo na Preservação dos Recursos Naturais, e em matéria de resíduos, engloba todas as tipologias de resíduos e as diversas origens no domínio do Planeamento e Gestão. Por sua vez, a legislação nacional é influenciada pela legislação comunitária, em alguns dos casos é por transposição para direito nacional e em outros casos estabelecendo directrizes estratégias comunitárias.

Em termos nacionais o quadro jurídico da gestão de resíduos foi pela primeira vez definido pelo Decreto-Lei n.º488/85, de 25 de Novembro, revogado 10 anos depois pelo Decreto-Lei n.º310/95, de 20 de Novembro, o qual transpõe as Directivas n.ºs91/156/CEE e 91/689/CEE, sendo também revogado pelo Decreto-Lei n.º239/97, de 9 de Setembro.

Passados nove anos, este Decreto-Lei foi revogado pelo Decreto-Lei n.º178/2006, de 5 de Setembro, que estabelece o novo regime de gestão de resíduos. O Decreto-Lei n.º178/2006 é a transposição da Directiva 2006/12/CE para o direito nacional, alterando significativamente o regime de gestão de resíduos.

Para a correcta definição de resíduos urbanos (RU), salientam-se os principais documentos legislativos mencionados anteriormente que introduzem o conceito de Resíduo Urbano. O Decreto-Lei n.º 178/2006 define «resíduo urbano» como resíduo proveniente de habitações bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações”.

Actualmente, o diploma legal que enquadra matérias referentes à gestão de resíduos é o decreto-Lei n.º178/2006 de 5 de Setembro.

Na elaboração deste trabalho é necessário ter em conta alguns diplomas legislativos.

Relativamente às actividades de valorização e/ou eliminação destaca-se em matéria legal:

- Decreto-Lei nº 183/2009 de 10 de Agosto de 2009, relativo a aterros controlados de resíduos;
- Decreto-Lei nº.85/2005 de 28 de Abril, relativo a incineração e a co-incineração de resíduos.

É necessário que, o modelo de Gestão de Resíduos tenha em conta as orientações a nível de matéria legal comunitária e/ou nacional.

- Directiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de Novembro de 2008 relativa aos resíduos e que revoga certas directivas, estabelece uma nova directiva quadro.
- Directiva 1999/31/CE do Conselho, de 26 de Abril de 1999 - Relativa à deposição de resíduos em aterros (consultar acto modificativo).
- Portaria nº 209/2004, de 3 de Março - Publica a Lista Europeia de Resíduos e as características de perigo atribuíveis aos resíduos. Transpõe a Decisão nº 2000/532/CE da Comissão, de 3 de Maio, alterada pelas Decisões nºs

2001/118/CE da Comissão, de 16 de Janeiro, 2001/119/CE da Comissão, de 22 de Janeiro, e 2001/573/CE da Comissão, de 23 de Julho.

- Decorrentes das Directivas comunitárias que regem o fluxo das embalagens e seus resíduos (Directiva n.º 94/62/CE, alterada pela Directiva n.º 2004/12/CE), foram fixados objectivos nacionais de valorização e reciclagem para os resíduos de embalagens;
- Decisão nº 2001/118/CE, da Comissão, de 16 de Janeiro - Altera a Decisão 2000/532/CE, no que respeita à lista de resíduos.
- Directiva 2000/76/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de Dezembro de 2000 - Relativa à incineração de resíduos;
- Regulamento (CEE) nº 1013/2006 do Conselho, de 14 de Junho - Relativo à fiscalização e ao controlo das transferências de resíduos no interior, à entrada e à saída da Comunidade (existem diversos actos modificativos);
- Portaria n.º 335/97, de 16 Maio – estabelece as regras a que fica sujeito o transporte de resíduos em território nacional.

### **1.3 OPERAÇÕES DE GESTÃO**

A gestão de resíduos urbanos é o conjunto de actividades, que visam o encaminhamento dos resíduos para um destino final ambientalmente adequado com custos justos e de forma socialmente aceite, envolvendo actividades de gestão que passam pela realização de acções, tais como: alocação, a recolha, o transporte, o armazenamento, o tratamento, a valorização e a eliminação.

A gestão de resíduos passa pela realização de operações relacionadas com a recolha, o transporte, a armazenagem, o tratamento, a valorização e a eliminação final, incluindo a monitorização e o planeamento destas.

As actividades de gestão de resíduos referem-se às operações de gestão de resíduos (tal como tipificado pela Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março e igualmente pela Lei-Quadro dos resíduos DL 178/2006 de 5 de Setembro), cada uma das quais podem ser realizadas através de diferentes processos, e por sua vez cada processo pode ser realizado usando diferentes técnicas, e cada técnica pode recorrer a diversas tecnologias.

#### **1.3.1 RECOLHA**

Operacionalmente, a recolha é o conjunto de actividades de remoção de resíduos, e que inclui o armazenamento temporário, a alocação dos diferentes componentes macroscópicos presentes nos resíduos ao sistema de recolha (contentores, sacos) de resíduos através da participação dos cidadãos e ainda as operações de carga/descarga e transporte (DL 178/2006).

A recolha entende-se pela operação de colheita de resíduos com vista ao seu transporte, que pode ser em granel quando esta é indiferenciada (orgânicos e não recicláveis), ou

selectiva quando se efectua a separação de materiais (p.e. vidro, papel, embalagens, pilhas). Numa situação e noutra utilizam-se diferentes tipos de contentores, com diferentes capacidades e cores.

Nos processos de alocação os contentores podem ser de diferentes dimensões vocacionados para resíduos diferenciados ou indiferenciados. Por sua vez, a recolha pode ser efectuada porta-a-porta, mecanizada ou centralizada.

O sistema de recolha pode ser realizado das seguintes formas: indiferenciada, selectiva ou separativa. A recolha indiferenciada pode ser realizada de forma domiciliária (através de sacos em recolha porta-a-porta), ou através de contentores (com capacidade de que vão de 125 litros a 5m<sup>3</sup> (moloks)), fazendo uso de veículos especiais com sistema de carga e descarga.

Por sua vez, a recolha selectiva inclui infra-estruturas denominadas de ecopontos compostas por grupo de contentores especializados nomeadamente, papel, vidro, embalagens e pilhas, os veículos de carga são dotados de gruas. Em paralelo ocorre a recolha de “monstros” porta-a-porta, ou ainda a recolha de sacos plásticos próprios em determinados dias da semana. A recolha separativa pressupõe a existência de condições adequadas à deposição de materiais ou conjunto de materiais sujeitos a recolha selectiva em diferentes horários e dias da semana junto das habitações.

O encaminhamento dos resíduos da recolha indiferenciada é feito directamente para o aterro controlado, ou em alternativa e em caso de existência de infra-estruturas adequadas, para um centro de triagem, onde é separada a fracção orgânica dos resíduos que são aproveitados para compostagem e os restantes, encaminhados para aterro controlado ou incineração. Na recolha selectiva os produtos recolhidos são encaminhados para as entidades retomadoras que procedem à sua reciclagem.

### 1.3.2 TRIAGEM

A triagem refere-se às operações de separação de resíduos, aplicadas às fracções dos RU com origem na recolha selectiva, tendo em vista possibilitar a respectiva reciclagem. São exemplos a separação do papel branco, a separação do alumínio, a separação dos diferentes tipos de plásticos – recorrendo em larga medida ao esforço humano (Matos, 2009). Nas estações de triagem é feita a recepção e separação dos materiais, por processos mecânicos e manuais dos resíduos provenientes de ecocentros, ecopontos e remoção selectiva porta-a-porta. Todo o material reciclável de qualidade é vendido às entidades recicladoras.

### 1.3.3 TRANSPORTE

Relativamente ao transporte, os resíduos colectados, ou são transportados para as estações de transferência ou directamente para centrais de tratamento, tendo em vista a concentração dos resíduos em locais específicos.

O transporte a partir dos circuitos de recolha denomina-se “transporte em baixa” e o transporte a partir de estações de transferência denomina-se “transporte em alta”. Faz ainda parte do transporte de resíduos o transporte para operadores que efectuem a reciclagem material (Matos, 2009). (ver Figura 1.6).

Aos municípios que cabe a responsabilidade da recolha dos RU, desde os locais de deposição (em contentores de rua ou sacos de tara perdida, nalguns casos), às Estações de transferência ou, na ausência destas, às estações de tratamento e de valorização, que incluem, embora nem sempre com todas estas componentes, uma estação de triagem, uma estação de tratamento e um aterro sanitário. Esta etapa do processo de gestão denomina-se por sistema em “baixa”.

O sistema em “alta” refere-se às operações de gestão que se iniciam desde as estações de transferência até à deposição final em aterro. A responsabilidade destas operações é geralmente delegada às entidades gestoras dos sistemas de gestão de resíduos urbanos – associações de municípios (caso dos sistemas municipais) e entidades multimunicipais (caso dos sistemas multimunicipais).

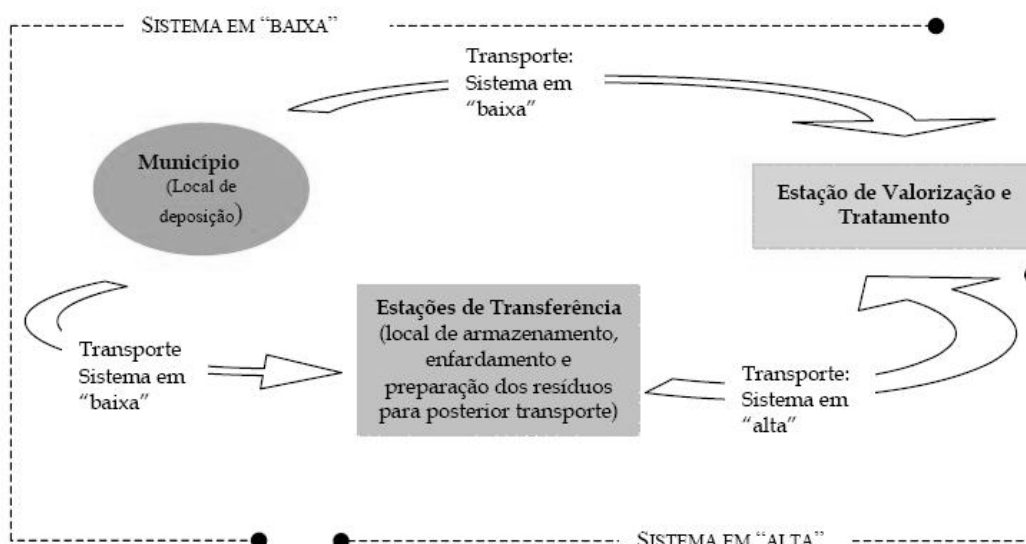


Figura 1.6 – Distinção entre sistemas em “alta” e em “baixa” (Fonte: “O Mercado dos Resíduos Em Portugal”, 2005).

#### 1.3.4 TRATAMENTO

O tratamento designa o conjunto dos processos manuais, mecânicos, físicos, químicos ou biológicos que alteram as características dos resíduos, de forma a reduzir o seu volume ou perigosidade, bem como facilitar a sua movimentação ou transporte, tendo em vista as operações de valorização. Casos há em que o tratamento se destina simplesmente a melhorar as características dos materiais para eliminação, tendo em vista a redução dos custos da operação de eliminação e/ou os impactos ambientais associados. O tratamento (ver Figura 1.7) inclui os processos de triagem grosseira e fina,



a limpeza dos resíduos, a secagem, a trituração, a compactação, o acondicionamento, etc. (Matos, 2009)

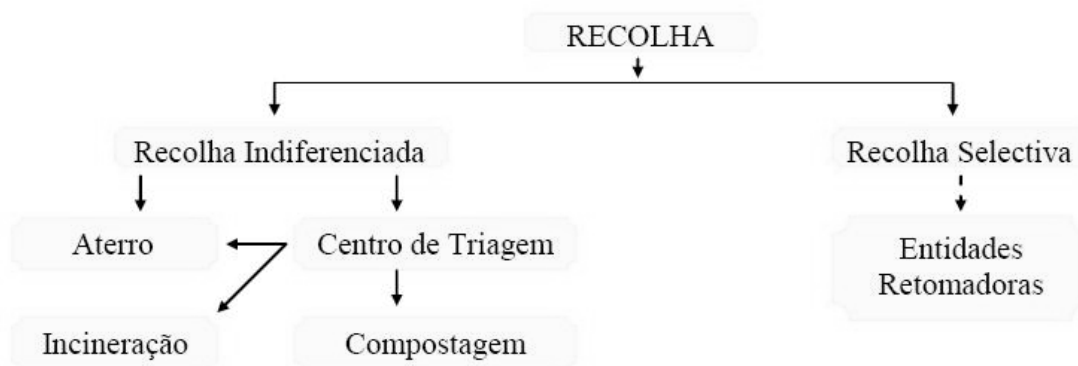


Figura 1.7 - Esquema do sistema de recolha e tratamento dos RU (Adaptado de: Levy, 2004).

### 1.3.5 VALORIZAÇÃO

Relativamente à valorização, refere-se a um conjunto de operações identificadas em matéria legal (Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março), prevê como valorização um conjunto de 12 operações tendo em vista a reciclagem material para fins de reintegração no circuito produtivo de bens como matéria-prima, ou eventualmente com a finalidade de produção de energia (Matos, 2009).

A valorização refere um conjunto de operações que incluem:

- Os processos químicos tais como dissoluções, oxidações, reduções em ordem à recuperação material (reciclagem, regeneração) de componentes valiosos (metais, solventes, metais preciosos, etc.);
- Os processos termoquímicos realizados a alta temperatura na presença ou ausência de oxigénio tendo por objectivo a recuperação de produtos químicos ou o aproveitamento de energia;
- Os processos biológicos realizados pelos microorganismos em condições aeróbias ou anaeróbias, a temperaturas não superiores a cerca de 70°C, tendo em vista a reciclagem/recuperação de matéria orgânica e nutrientes.

### 1.3.6 ELIMINAÇÃO

A eliminação de resíduos refere as operações de descarte no ambiente dos materiais residuais resultantes dos diferentes processos, incluindo ainda a armazenagem definitiva ou imobilização de um determinado resíduo: Eliminação é a operação que visa dar um destino final adequado aos resíduos nos termos previstos na legislação em vigor, nomeadamente (DL 178/2006):



- Incineração – operação de tratamento termoquímico a alta temperatura tendo como objectivo a eliminação dos resíduos eventualmente com algum aproveitamento de energia;
- Aterro controlado (chamado de sanitário) - operação de deposição de resíduos no solo, de uma forma que confira o isolamento dos resíduos do contacto com o ambiente, mas onde decorre um processo biológico anaeróbio com libertação de biogás e líquidos de lixiviação;
- Confinamento técnico - vocacionado para o isolamento de resíduos praticamente sem conteúdos orgânicos (escórias, cinzas).
- Solidificação - operação de imobilização de certos elementos químicos metálicos em matrizes inorgânicas solidificáveis quando em contacto com água (ex: cimento).

#### 1.4 RESPONSABILIDADE DA GESTÃO DE RU

Em Portugal, o tratamento e destino final dos RU, ou seja, o sistema em “alta” encontra-se é da responsabilidade dos sistemas multimunicipais ou municipais/intermunicipais.

A constituição dos sistemas multimunicipais e das associações de municípios passou a ser possível com a publicação do Decreto-Lei nº 379/93, de 5 de Novembro, que estabelece o regime de exploração e gestão dos sistemas multimunicipais e municipais de recolha e tratamento de resíduos urbanos, permitindo simultaneamente o acesso de capitais privados a esta actividade económica.

Os sistemas multimunicipais (por atribuição e concessão) definem-se como sistemas de gestão de natureza empresarial atribuída pelo Estado a sociedades concessionárias de capitais exclusivos ou maioritariamente públicos, resultantes da associação de entidades de sector público, designadamente a Empresa Geral de Fomento (EGF) e as autarquias, onde o investimento é efectuado predominantemente pelo Estado e, como já foi referido anteriormente, gerem apenas sistemas em “alta”. Os sistemas municipais ou intermunicipais (municípios isolados ou em associação) poderão ter operação directa ou operação concessionada, através de concurso público, entidade pública ou privada de natureza empresarial.

A Tabela 1.1 explana o modo segmentado como se encontra o sector dos resíduos e a sua correspondente responsabilidade.

Tabela 1.1 - Responsabilidade de cada segmento do sector dos resíduos urbanos.

		Responsabilidade
Mercado Primário	Recolha	Município
Mercado Secundário	Destino final	Entidades Multimunicipais
Mercado Terciário	Reciclagem	Sociedade Ponto Verde e outras

O mercado terciário em Portugal baseia-se na responsabilização da Sociedade Ponto Verde pela gestão e destino final dos resíduos produzidos por Embaladores/ Importadores que colocam as embalagens no mercado e no âmbito da prestação do serviço esta assegura o seu financiamento (ver Figura 1.8). O papel das autarquias / sistemas de gestão de RU neste sistema limita-se a conduzir as embalagens usadas, oriundas da recolha selectiva e da triagem, para a SPV.

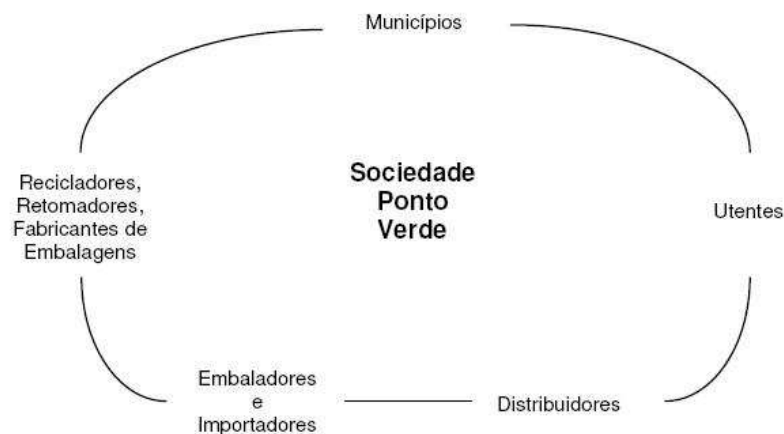


Figura 1.8 - Esquema ilustrativo do circuito das embalagens.

Em relação às embalagens e resíduos de embalagens, designado por mercado terciário, existe um circuito particular denominado de Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens (SIGRE), mais conhecido por Sistema Ponto Verde, que garante a retoma, valorização e reciclagem de resíduos de embalagem não reutilizáveis.

## 1.5 OBJECTIVOS DO PRESENTE TRABALHO

O presente trabalho visa objectivamente aplicar uma metodologia de registo de informação geográfica relativa à gestão do serviço de recolha de RU tendo por finalidade a melhoria contínua deste. Actualmente já existe SIG's aplicados à gestão de infra-estruturas públicas nomeadamente, a distribuição das canalizações de saneamento e distribuição de água, ao cadastro da habitação e arruamentos, censos, informação ao cidadão entre outros.

O objectivo difunde para a organização da base de dados incluindo a necessidade de articular a informação cadastral dos ecopontos, com o cadastro da rede viária, o cadastro da ocupação do solo e o cadastro dos endereços postais (número policia) com a informação cartográfica (mapas) informação estática

A abordagem do presente trabalho desenvolveu-se em duas frentes simultâneas: uma teórica e outra prática. A frente teórica diz respeito ao modelo de gestão de resíduos urbanos ao nível municipal, desenvolvido a partir das estratégias de gestão de resíduos e da matéria legal. A frente prática diz respeito ao desenvolvimento de um modelo de

sistema de base de dados articulado com um sistema de informação geográfica para representar e gerir a recolha de RU.

Os objectivos propostos inicialmente para este trabalho referiam as seguintes fases:

- a. Familiarização com a plataforma de software SIG da ESRI;
- b. Construção de Geodatabases através da criação de um sistema de bases de dados e da definição de especificações;
- c. Definição de um modelo de gestão estratégica de RU a nível municipal;
- d. Análise, avaliação e desenvolvimento do modelo de registo de informação relativo à infra-estrutura de contentores de recolha diferenciada e indiferenciada, em suporte SIG (e a sua relação com a ocupação do solo);
- e. Localização das infra-estruturas municipais de gestão de resíduos;
- f. Relacionar a informação armazenada em bases de dados, de modo a que se torne simples a operação da recolha de RU de forma a poder reduzir os custos de gestão.

## **2 ESTRATÉGIAS DE GESTÃO MUNICIPAL DE RU**

### **2.1 PRINCÍPIOS ORIENTADORES E CONDICIONANTES DE GESTÃO**

#### *2.1.1 A DIRECTIVA COMUNITÁRIA DOS RESÍDUOS*

Num panorama europeu versus panorama nacional a produção de resíduos estimada a nível europeu é de 1300 milhões toneladas de resíduos/ ano e num panorama nacional de 4,5 milhões toneladas RU/ ano. Numa estimativa efectuada pela OCDE, em 2020, os países da União Europeia (EU) produzirão 45% mais resíduos do que em 2005. Portanto, torna-se crucial a revisão da Directiva Comunitária dos Resíduos, directiva que impõe limites à produção de resíduos na União Europeia e, assim, simplificar e efectivar de forma transparente a legislação aplicável no direito nacional. O objecto e âmbito da aplicação da directiva comunitária advêm da Protecção do Ambiente e da Saúde Humana, ou seja, prevenção e sustentabilidade. A prevenção consiste na redução dos impactos adversos decorrentes da geração e gestão de resíduos e, por sua vez, na diminuição dos impactos gerais na utilização dos recursos, tendo em vista um elevado nível de eficiência da utilização destes, evitando a produção de resíduos e utilizando os resíduos como recursos.

A directiva 2008/98/CE implica a responsabilização do cidadão, indústria, produtores e produtores/ importadores. Ao cidadão cabe-lhe o papel de consumir menos e reutilizar mais as embalagens, por sua vez sugere-se que a indústria introduza modos de produção mais amigos do ambiente. Relativamente aos produtores é feito um incentivo, para que os produtos possuam embalagens menores e menos prejudiciais ao ambiente. Por parte dos produtores vs importadores pede-se o assumir da responsabilidade pelos resíduos gerados na sequência da produção e colocação de produtos no mercado.

A Directiva torna obrigatório a realização de Programas de Prevenção de Resíduos e até finais de 2014 serão fixados objectivos de Prevenção a nível europeu, cujo cumprimento será obrigatório até 2020. Em 2020, pelo menos 50% dos resíduos urbanos, incluindo domésticos e similares, devem ser encaminhados para reutilização e reciclagem (inclusive a compostagem), enquanto para os resíduos procedentes da construção e demolição, a percentagem se eleva a 70%.

Os pontos essenciais da directiva são:

1. Responsabilidade alargada ao produtor – que na concepção de produtos resulte um menor impacto ambiental, ou seja, a utilização eficiente dos recursos durante o ciclo de vida; que origine menos resíduos ao longo do processo de produção e utilização; a valorização correcta e segura e uma eliminação compatível com o ambiente (reparação, reutilização, desmantelamento e reciclagem).
2. Elaboração de Planos de Gestão de Resíduos – análise da situação actual da gestão de resíduos; medidas a adoptar para melhorar de modo ambientalmente correcto a preparação para a reutilização, a reciclagem, a valorização e a

eliminação de resíduos; avaliação do modo como o plano irá apoiar a execução dos objectivos e das disposições desta directiva.

3. Elaboração de Programas de Prevenção de Resíduos – integrados nos Planos de Gestão de Resíduos ou noutros programas de política ambiental (conforme adequado); descrição dos objectivos e medidas da prevenção de resíduos; acompanhamento e avaliação dos progressos das medidas (metas e indicadores); criação de um Sistema de partilha de informações sobre as melhores práticas relativas à prevenção de resíduos pela Comissão (orientações destinadas aos Estados Membros na preparação dos programas); participação pública/participação das autoridades locais e regionais; metas quantitativas/ limites para a produção de resíduos.
4. Hierarquização de Opções de Gestão de Resíduos – as prioridades por ordem decrescente é a prevenção e redução (produção de resíduos), reutilização, reciclagem (valorização multimaterial e valorização orgânica), outros tipos de valorização (valorização energética) e eliminação (confinamento técnico); princípio director da legislação e da política de prevenção e gestão de resíduos; opções conducentes aos melhores resultados ambientais globais; análise de ciclo de vida e análise custo-benefício.
5. Também importantes – a produção de um composto e outros materiais ambientalmente seguros resultantes da recolha selectiva e tratamento adequado, nomeadamente os bio-resíduos.

Em suma, a Directiva Comunitária dos Resíduos apela a uma gestão eficiente dos recursos e matérias-primas, incentiva a reciclagem e reutilização dos mesmos. Propõe a elaboração de planos de gestão de resíduos e programas para a prevenção na produção de resíduos, que passam pela definição clara dos objectivos e indicadores, de modo a englobar o ciclo de vida dos produtos e materiais e não apenas na fase de resíduo. A directiva aposta, também, na sensibilização da sociedade, promovendo a cidadania. Indirectamente, por consequência destes pontos, acaba por haver um incentivo à diminuição dos gases GEE/ alterações climáticas, de acordo com a hierarquia da gestão de resíduos

## 2.1.2 MATÉRIA LEGAL

A legislação é crucial na matéria de gestão de resíduos urbanos, uma vez que define as metas e as normas a ter em consideração nas diversas etapas e nomeadamente, pelos diferentes intervenientes, tendo em consideração os factores ambientais, económicos e sócias. Esses factores levaram à necessidade de criação e posterior aprovação de um novo regime jurídico para a gestão de resíduos, que substitua o ultimo regime de 1997. Desde então, transpôs-se para o ordenamento jurídico interno a Directiva na n.º 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro, codificadora da dispersa regulamentação comunitária sobre resíduos. Neste âmbito a Lei-Quadro de gestão de resíduos (Decreto-Lei n.º 178/2006) que reflecte a evolução da tecnologia, do quadro europeu, consagrando um conjunto de princípios e procedimentos a que uma

gestão de resíduos deve estar sujeita. É o que se verifica relativamente à noção da auto-suficiência, ao princípio da prevenção, à prevalência da valorização dos resíduos sobre a sua eliminação, em extensão a preferência pela reutilização em vez da reciclagem, e a reciclagem em vez da recuperação energética.

Esses princípios são:

- Princípio da auto-suficiência: “As operações de gestão de resíduos devem decorrer preferencialmente em território nacional, reduzindo ao mínimo possível os movimentos transfronteiriços de resíduos”.
- Princípio da responsabilidade pela gestão: “A gestão do resíduo constitui parte integrante do seu ciclo de vida sendo da responsabilidade do respectivo produtor”. “Exceptuam-se do disposto no número anterior os resíduos urbanos cuja produção diária não exceda 1100 l por produtor caso em que a respectiva gestão é assegurada pelos municípios”.
- Princípios da prevenção e redução: “Constitui objectivo prioritário da política de gestão de resíduos evitar e reduzir a sua produção bem como o seu carácter nocivo, devendo a gestão de resíduos evitar também ou, pelo menos, reduzir o risco para a saúde humana e para o ambiente causado pelos resíduos sem utilizar processos ou métodos susceptíveis de gerar efeitos adversos sobre o ambiente, nomeadamente através da criação de perigos para a água, o ar, o solo, a fauna e a flora, perturbações sonoras ou odoríficas ou de danos em quaisquer locais de interesse e na paisagem”.
- Princípio da hierarquia das operações de gestão de resíduos: “A gestão de resíduos deve assegurar que a utilização de um bem sucede uma nova utilização ou que, não sendo viável a sua reutilização, se procede à sua reciclagem ou ainda a outras formas de valorização”. “A eliminação definitiva de resíduos, nomeadamente a sua deposição em aterro, constitui a última opção de gestão, justificando-se apenas quando seja técnica ou financeiramente inviável a prevenção, a reutilização, a reciclagem ou outras formas de valorização”. “Os produtores de resíduos devem proceder à separação dos resíduos na origem de forma a promover a sua valorização por fluxos e fileiras”. “Deve ser privilegiado o recurso às melhores tecnologias disponíveis com custos economicamente sustentáveis que permitam o prolongamento do ciclo de vida dos materiais através da sua reutilização, em conformidade com as estratégias complementares adoptadas noutros domínios”.
- Princípio da responsabilidade do cidadão: “Os cidadãos contribuem para a prossecução dos princípios e objectivos referidos nos artigos anteriores, adoptando comportamentos de carácter preventivo em matéria de produção de resíduos, bem como práticas que facilitem a respectiva reutilização e valorização”.
- Princípio da regulação da gestão de resíduos: “A gestão de resíduos é realizada de acordo com os princípios gerais fixados nos termos do presente decreto-lei e demais legislação aplicável e em respeito dos critérios qualitativos e quantitativos fixados nos instrumentos regulamentares e de planeamento”. “É proibida a realização de operações de armazenagem, tratamento, valorização e eliminação

de resíduo não licenciado nos termos do presente decreto-lei”. “São igualmente proibidos o abandono de resíduos, a incineração de resíduos no mar e a sua injeção no solo, bem como a descarga de resíduos em locais não licenciados para realização de operações de gestão de resíduos”.

- Princípio da equivalência: “O regime económico e financeiro das actividades de gestão de resíduos visa a compensação tendencial dos custos sociais e ambientais que o produtor gera à comunidade ou dos benefícios que a comunidade lhe faculta, de acordo com um princípio geral de equivalência”.

### 2.1.3 A GESTÃO DE RESÍDUOS A NÍVEL NACIONAL

A nível nacional foram elaborados alguns planos de gestão tais como:

- Estratégia Nacional para a Redução de Resíduos Urbanos Biodegradáveis Depositados em Aterro (ENRUBDA) – A ENRUBDA corrobora a necessidade de uma gestão correcta da fracção de biodegradáveis dos RU, uma vez que estes representam 60% dos RU produzidos. A Estratégia baseia-se na promoção da valorização orgânica, através da compostagem e digestão anaeróbia. Assim, a estratégia conduz ao aumento e desenvolvimento de sistemas de recolha selectiva dos resíduos urbanos biodegradáveis, de modo a que em 2016 a totalidade desses resíduos seja recolhida devidamente e encaminhada para processos de reciclagem. Em paralelo a ENRUBDA também salienta a implementação de uma linha de valorização dos resíduos orgânicos provenientes da recolha diferenciada em todas as infra-estruturas para esse efeito.
- Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas – A Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas para o período de 2008 a 2010, refere-se particularmente a contratação pública, na medida em que, contribui para o desenvolvimento de novas tecnologias, a apresentação de soluções inovadoras, a utilização mais eficiente de recursos e, deste modo, para o desenvolvimento sustentável, concedendo uma oportunidade de protecção do ambiente. A Estratégia visa essencialmente envolver as entidades públicas num processo progressivo de adopção de práticas de compras públicas. Assim, os fornecedores, os prestadores de serviços e os empreiteiros serão encaminhados para o reconhecimento das mais-valias que podem advir da contratação ambientalmente adequada. A referida estratégia tem a finalidade de garantir a oferta, no mercado, de produtos e serviços com um desempenho ambiental apropriado e a respectiva redução de impactos ambientais associados ao consumo de bens e serviços.
- Estratégia Temática na Prevenção e Reciclagem de Resíduos (adopção da estratégia europeia a nível nacional) – A Estratégia Temática na Prevenção e Reciclagem dos Resíduos tem uma abordagem centrada no ciclo de vida. Esta abordagem terá consequências significativas no enquadramento de uma nova

política e por consequência nas práticas futuras em matéria de gestão de resíduos. O objectivo crucial é a redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos ao longo do seu ciclo de vida (ver Figura 2.1), desde o momento em que são produzidos até à sua eliminação. É necessário ter em conta todas as fases do ciclo de vida de um recurso, visto que pode existir compensações entre as diversas fases e as medidas adoptadas para reduzir o impacto ambiental podem variar entre elas, numa das fases pode aumentar e numa outra diminuir, ou seja, uma compensa a outra. Esta abordagem encara o resíduo não apenas como uma fonte de poluição a minimizar, mas como um potencial recurso a explorar. Os principais pilares da estratégia europeia é minimizar a produção de resíduos e promover a sua reutilização, reciclagem e valorização ao longo de todo o seu ciclo de vida de modo a reduzir os impactos ambientais.



Figura 2.1 – Esquema ilustrativo do ciclo de vida dos materiais.

- Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável – O Desenvolvimento Sustentável pressupõe a preocupação não só com o presente mas com a qualidade de vida das gerações vindouras, salvaguardando os recursos naturais, incrementando factores de coesão social e equidade, garantindo um crescimento económico “amigo” do ambiente e das pessoas. A adopção da presente Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS) integra o desenvolvimento de forma coesa das diversas partes integrantes nomeadamente, a harmonia entre a economia, a sociedade e a natureza, respeitando a biodiversidade e os recursos vitais, de solidariedade entre gerações e co-responsabilidade. A ENDS para o período de 2005 a 2015 insere-se numa iniciativa global, partindo da situação actual de Portugal, com os seus pontos fortes e fracos, e no horizonte até 2015 assegurar uma trajectória de crescimento sustentado. Assim, a ENDS afirma sete objectivos de acção como se pode ver na Figura 2.2: Preparar Portugal para a “Sociedade do Conhecimento”; Crescimento Sustentado, Competitividade à Escala Global e Eficiência Energética; Melhor Ambiente e Valorização do Património; Mais Equidade, Igualdade de Oportunidades e Coesão Social; Melhor Conectividade Internacional do País e Valorização Equilibrada do Território; Papel Activo de Portugal na Construção Europeia e na Cooperação Internacional e na Administração Pública mais Eficiente e Modernizada.





Figura 2.2 – Pilares do Desenvolvimento Sustentável (APA, 2009).

- Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (PERSU II) – O PERSU II consiste na revisão do PERSU I para o horizonte de 2007 a 2016. O PERSU II vem clarificar algumas das metas adjacentes aos planos de gestão tendo por base as estratégias mencionadas anteriormente, ou seja, a necessidade de articulação com outros documentos de orientação estratégica para o enquadramento da política específica para os RU. De acordo com o PERSU II os principais eixos de actuação são:
  - Eixo I – Prevenção: Redução da quantidade de resíduos produzidos e a minimização da sua perigosidade.
  - Eixo II – Sensibilização/ Mobilização dos Cidadãos: A sensibilização dos cidadãos é uma componente particularmente importante, visto que, na sua maioria não separa os resíduos pelas diferentes fileiras e não sabe o seu verdadeiro destino. Assim, é crucial mobilizar a população de modo a adquirirem comportamentos correctos e a tomada de consciência da sua responsabilidade perante a gestão de resíduos enquanto consumidor de um bem. O objectivo da Sensibilização passa pelo aumento da prevenção na produção de resíduos e o incentivo à separação nas diversas categorias e o apelo à compostagem doméstica. Abrindo assim, novos horizontes para num futuro mais ou menos próximo a implementação de tarifários.
  - Eixo III – Qualificação e Optimização da Gestão de Resíduos: Optimização dos Sistemas de Gestão de RU, ou seja, reestruturar e agregar espacialmente os actuais Sistemas plurimunicipais com base em critérios de eficiência; implementação de tarifários que traduzam efectivamente os custos associados à gestão de resíduos; reforço de infra-estruturas e equipamentos de suporte à deposição e recolha da fracção diferenciada e

à valorização material; maior esforço na recuperação de materiais a partir do fluxo de RU promovendo assim, a reciclagem.

- Eixo IV – Sistema de Informação como pilar da Gestão de RU: Optimização dos recursos disponíveis para o processamento de informação estatística relativa aos resíduos; promoção de formas mais claras de recolha, validação e divulgação da informação estatística acerca dos resíduos.
- Eixo V – Qualificação e Optimização da intervenção das Entidades Públicas no âmbito da Gestão de RU: Reforço da fiscalização/inspecção por parte dos organismos competentes; reforço da regulamentação entre outros.

#### *2.1.4 ESPECIFICIDADES LOCAIS*

Na elaboração de um modelo de gestão de resíduos é fundamental ter em conta parâmetros geográficos e de ordenamento de território. Os diversos instrumentos de planeamento deverão ser reavaliados e, se necessário, alterados, face à realidade de cada local. Por vezes, os modelos adoptados pelos municípios não têm em conta a realidade do sítio. Evidencia-se a necessidade de adaptação do espaço público à realidade de cada lugar, num contexto local mas também a escalas mais alargadas, no sentido de promover um território coeso e inclusivo. O modelo de gestão a ser aplicado a cada município tem uma grande diversidade de situações, parâmetros que condicionam o modelo, nomeadamente, a área em causa, o tipo de zona (rural ou urbano) e as condições climáticas.

#### *2.1.5 ENVOLVENTE AMBIENTAL*

A importância da gestão dos RU é evidenciada pelos aspectos ambientais, que resultam de diversos processos e particularmente da eliminação de resíduos em que estes são devolvidos ao meio ambiente. Estes são acompanhados de impactos ambientais sob a forma de emissões gasosas e particuladas para a atmosfera, efluentes líquidos para os cursos de água e águas subterrâneas e deposição no solo. A conservação do meio ambiente é uma das principais preocupações da nossa sociedade, no entanto, a deposição de resíduos nem sempre acarreta danos negativos ao meio ambiente devido à sua auto-regeneração. O meio ambiente tem a capacidade de responder mediante a carga depositada, ou seja, os impactos gerados resultam consoante a carga. Assim, na aplicação de estratégias de gestão é necessário ter em conta a relação causa-efeito.

Outro aspecto ambiental, que tem dificultado a aplicação das diferentes operações de gestão de resíduos reside na definição de resíduo e de subproduto e na aplicação das operações de valorização versus eliminação. No entanto, a presente directiva quadro dos resíduos de 2008 veio ajudar a clarificar estes conceitos.

A gestão de resíduos apresenta enormes problemas mediante a falta de informação em relação a quantidades, tipologias e localização espacial, uma vez que é a partir desta informação que é possível criar uma rede eficiente de operadores de gestão de resíduos.

A aplicação de um modelo de gestão aos RU é particularmente difícil, visto que estes ocorrem de forma bastante difusa no espaço e ainda em natureza muito diversificada, para além de uma mistura bastante heterogénea de materiais.

#### *2.1.6 ENVOLVENTE ECONÓMICA*

A actividade da gestão de RU apresenta elevados custos nas operações que envolve. Constata-se que a maior parte dos custos directos associados à gestão de resíduos localiza-se essencialmente no processo de recolha e transporte. O modelo de gestão de resíduos deve ter capacidade de suportar os custos de gestão, de modo a que seja auto-sustentável, através da aplicação de taxas inerentes ao serviço a serem suportadas pelos utentes, idealmente de acordo com as quantidades e natureza dos resíduos produzidos (PAYT). Para além das taxas, os produtos provenientes das actividades de gestão, como material para reciclagem, energia eléctrica e composto, poderão dar origem a proveitos que deverão ser incluídos do modelo de gestão.

Assim, importa criar condições que minimizem os custos económicos totais, geralmente através do aumento da dimensão dos sistemas de gestão, procurando reduzir as quantidades a eliminar e maximizar as oportunidades de reciclagem, através da criação de fluxos específicos de resíduos (materiais de papel e embalagens, REE, etc.) com o consequente desvio dos RU da eliminação.

Ainda cabe aqui referir, que a avaliação económica de um modelo de gestão deve incluir os custos de investimento de longo prazo (terrenos, infra-estruturas, edifícios e instalações) e investimento de médio prazo (equipamento mecânico, veículos, etc.). Esses investimentos incidem, também, nos custos económicos relativos aos estudos e projectos, ao licenciamento, à construção, às aquisições, à montagem e ao arranque. Os investimentos estão directamente relacionados com a dimensão e tecnologia aplicável.

#### *2.1.7 ENVOLVENTE SOCIAL*

A eficácia de um sistema de gestão de RU depende em larga escala do comportamento dos cidadãos, ou seja, da sua sensibilidade para as questões ambientais e nomeadamente da sua disponibilidade em cooperar. Essa atitude por parte dos cidadãos deverá conduzir à separação e alocação dos resíduos de uma forma diferenciada pelos diferentes contentores. É crucial um programa de sensibilização, de modo a que, a população em geral tome consciência da problemática dos resíduos contribuindo para a conservação do meio ambiente. A exposição tem de ser de forma clara e objectiva para atingir as diferentes faixas etárias, visto que, geralmente a população idosa não compreende os problemas ambientais. A tomada de consciência por parte da população leva a que cada um perceba que é responsável pelas suas atitudes e comportamentos, e adquira novas atitudes face à gestão de resíduos. A participação activa da população vai

de encontro à resolução de muitos problemas ambientais, tornando mais eficaz o sistema de gestão de RU.

Os custos relativos à gestão de resíduos têm repercussão sobre os cidadãos, nomeadamente através de taxas devido aos serviços prestados. Cabe aqui referir ainda que, a compreensão de conceitos como o Princípio do Poluidor-Pagador é essencial para manter as condições de saúde da população e salubridade da cidade encaminhando a comunidade para a prática de boas maneiras.

Contudo, existem diferentes factores que influenciam a aplicação de um modelo de gestão. Assim, é necessário ter em conta as faixas etárias e a distinção entre o conceito meio urbano e rural, uma vez que estes factores influenciam o desempenho na gestão de resíduos. A distinção de meio rural e urbano consiste na avaliação dos parâmetros da população residente e da área ocupada. A produção de resíduos urbanos varia consoante o meio, os hábitos, o número de população residente durante o ano, às indústrias instaladas, etc.

O Instituto Nacional de Estatística (INE) distingue os três meios, mediante critérios que assentam na densidade populacional e na população residente por freguesias: áreas predominantemente urbanas (APU), áreas medianamente urbanas (AMU) e áreas predominantemente rurais (APR) como se pode ver na tabela seguinte (ver Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Critérios de distinção de distribuição populacional (Fonte: [www.ine.pt](http://www.ine.pt)).

APU	Freguesias urbanas	$> 5000 \text{ hab.km}^{-2}$ $> 5000 \text{ hab}$	(freguesia) (lugar)
	Freguesias semi-urbanas	$100 < \text{hab.km}^{-2} < 500$ $2000 < \text{hab} < 5000$ $> 5000 \text{ hab}$	(freguesia) (lugar) (freguesia sede de concelho)
AMU	Freguesias semi-urbanas não incluídas nas áreas predominantemente urbanas Freguesias sedes de concelho não incluídas nas áreas predominantemente		
APR	Restantes casos		

#### 2.1.8 ANÁLISE DOS TARIFÁRIOS DE SERVIÇOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS EM PORTUGAL

A prossecução de políticas de desenvolvimento local pressupõe que o município disponha de informação qualificada sobre as diversas áreas de intervenção municipal.

Por isso, facilmente se entenderá a importância dos SIG, enquanto instrumentos de inquestionável valor no apoio aos tarifários de gestão de RU, designadamente no que se refere à sua capacidade de guardar e manipular informação geográfica, permitindo analisar dados e fenómenos em relação aos quais a localização geográfica é uma característica imprescindível.

#### 2.1.8.1 TIPOS DE TARIFAS

De acordo com o IRAR (2005) face à análise efectuada através de inquéritos enviados aos municípios verificou-se que as tarifas cobradas são relativas à gestão global dos RU, não sendo discriminado um valor para cada uma das operações.

Nos municípios analisados em que é aplicada uma tarifa para a gestão dos RU, o tarifário é aplicado de diversas formas, em função da:

- Existência de água canalizada ou não;
- Tipo de consumidor (doméstico, comercial, industrial, outros);
- Consumo de água;
- Percentagem da factura da água;
- Tipo de sistema de remoção;
- Frequência de recolha;
- Características do município;
- Características do município e frequência de recolha;
- Área de habitação.

Os tarifários foram divididos em duas classes. A primeira corresponde ao tarifário que é calculado apenas em função do consumo de água ou da existência de contador (alíneas i a iv). A outra classe, denominada Outros, corresponde a todo o outro tipo de tarifários, que não dependem só da existência de contador ou do consumo da água, (alíneas v a ix).

As tarifas de gestão dos RU cobradas em função da factura da água subdividem-se em três grupos:

- Tarifa Fixa – Tarifa única para cada tipo de consumidor, cobrada por contador de água;
- Tarifa Variável – Varia directamente com o consumo de água, ou por escalões de consumo de água, ou corresponde a uma percentagem da factura da água. A tarifa pode ser progressiva integral ou progressiva por blocos. No caso da tarifa progressiva por blocos, o consumo é repartido uniformemente pelos escalões de consumo de água definidos pela entidade gestora. No tarifário progressivo integral, o que conta é o volume final de água consumida à qual será aplicada a tarifa definida para o escalão em que esta recair;
- Tarifa Fixa + Variável – Tem uma componente fixa e outra que varia com o consumo da água, como descrito nas tarifas anteriores.

As tarifas de RU que dependem de outros factores, que não só o consumo da água, são aplicados em função da:

- Frequência da remoção – Número de dias por semana em que os RU são removidos;
- Sistema de remoção – Tipo de sistema utilizado para remoção dos resíduos: porta-a-porta, por pontos ou misto;
- Características do município – Área urbana ou rural. Em nenhum dos municípios que aplicam esta tarifa foi considerada uma área com características mistas (urbana e rural);
- Características do município e frequência de remoção – Tem em conta a conjugação de dois factores: Número de dias por semana em que os RU são removidos nas zonas urbana e rural;
- Área de habitação – Dimensão da área de habitação.

#### 2.1.8.2 SISTEMAS DE TAXA VARIÁVEL

Hoje em dia existem muitos instrumentos para promoverem a reciclagem dos resíduos, entre os quais, os sistemas de taxa variável (Pay-As-You-Throw). Sendo esta uma das opções ao incentivo para a recolha selectiva e, até certo ponto, a prevenção quantitativa de resíduos é a implementação deste sistema de cobrança. Os sistemas de taxa variável (PAYT) são um exemplo peculiar, aplicado aos RU, como por exemplo, a retalhistas e de pequenas indústrias. Os sistemas PAYT assentam em taxas em função do volume ou do peso dos resíduos, assim proporcionam o incentivo económico à população para a redução do “lixo” descartado, visto que, as despesas agregadas à recolha aumentam com o respectivo volume ou peso. Por conseguinte, os cidadãos participam em sistemas de recolha selectiva o que conduz a um aumento exponencial da reciclagem dos RU. O sistema PAYT torna-se mais eficaz quando associado com a promoção de sistemas de recolha selectiva para os diversos materiais recicláveis.

A aplicação do sistema PAYT aos resíduos domésticos são um meio eficaz para a redução do seu volume, embora o efeito na produção de resíduos seja mais incerto. Em muitas comunidades que implementaram o sistema PAYT também reduziram os custos associados à gestão dos resíduos urbanos. A introdução deste sistema também agrega algumas incertezas, como por exemplo, o receio ao aumento potencial da deposição ilegal não controlada, uma vez que alguns dos cidadãos tentam contornar as despesas associadas à eliminação dos resíduos. Porém, a maioria das comunidades que implementaram este sistema não registaram acréscimos significativos e constantes de deposição ilegal, podendo o problema ser ainda atenuado por medidas de acompanhamento adequadas.

## 2.2 MODELOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS

Os modelos de gestão carecem de ferramentas e acções, que garantam um elevado nível de protecção do ambiente e da saúde humana em virtude de novas opções estratégicas, para prosseguir o desenvolvimento da gestão de resíduos nomeadamente a

prevenção e a reciclagem. A criação de novos modelos de gestão para os resíduos urbanos é a optimização, minimização e a procura de novas soluções de modo a colmatar as falhas existentes no modelo vigente, tornando assim o novo modelo mais eficiente que o anterior. De notar que a Lei-Quadro dos resíduos (DL 178/2006) constitui apenas a espinha dorsal da gestão de resíduos, carecendo necessariamente de uma acção complementar por parte das autarquias locais. A implementação de um novo modelo de gestão de resíduos exige uma avaliação comparada entre modelos, de modo a encontrar a solução mais viável e assim optar pelo melhor modelo consoante o caso de estudo.

Assim, é necessário conhecer os diversos modelos de gestão de resíduos existentes em território nacional, analisando os pontos fortes e fracos, oportunidades e ameaças e a sua interactividade com outros agentes, evidenciando os custos associados a cada actividade de gestão, os fluxos e produção dos diferentes materiais para encontrar o modelo de gestão mais sustentável.

O papel das autarquias em termos de gestão da recolha de RU, consiste na recolha e transporte, contudo torna-se necessário a recolha de resíduos orgânicos biodegradáveis (ROB), ou seja, segregar na origem a produção destes para posterior valorização, tendo em especial atenção as metas e objectivos impostos pela ENRUBDA e PERSU II. Para esse efeito é essencial a criação e colocação de contentores específicos para a alocação desses materiais aos utentes do sistema, do qual as autarquias são as protagonistas da sua implementação.

Os modelos de gestão desenvolvidos até aos dias de hoje foram desenhados e definidos de modo a satisfazer de forma casuística as necessidades de gestão de resíduos. Contudo, ainda existe um longo percurso, visto que, falta a integração das operações de gestão com a informação cadastral (rede viária, população, habitação entre outras).

### 3 MODELO DA GESTÃO DA RECOLHA DE RU NO MUNICÍPIO DE ÍLHAVO

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

O Município de Ílhavo localiza-se a sul do Distrito de Aveiro e faz parte da Região Centro e do Baixo Vouga. Os 37209 residentes, registados no ano 2006 (INE, 2006) distribuem-se numa área territorial de 75km<sup>2</sup> e por quatro freguesias: S. Salvador, Gafanha da Nazaré, Gafanha da Encarnação e Gafanha do Carmo, registando-se uma densidade populacional de 496hab/km<sup>2</sup> para o ano em estudo.

Do Concelho destaca-se a Freguesia de S. Salvador (sede de Concelho), como a mais populosa e a Freguesia da Gafanha da Nazaré como a mais densa. O Concelho possui duas cidades, a cidade de Ílhavo (13 de Julho de 1990) e a jovem cidade da Gafanha da Nazaré (19 de Abril de 2001).

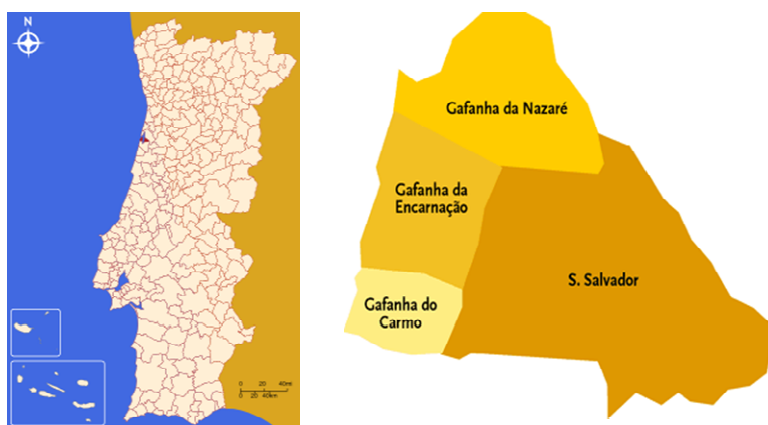


Figura 3.1 - Mapas de localização da cidade de Ílhavo e respectivas freguesias.

#### 3.2 EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE RU

A quantidade de RU tem vindo a aumentar ao longo dos anos, devido ao desenvolvimento urbano que resulta da melhoria da qualidade de vida dos habitantes, assim como da falta de percepção e consciência da população para esta questão.

Pela Figura 3.2 verifica-se que entre 2002 a 2003 a produção de resíduos tem um aumento muito modesto. De 2003 para 2004 existe um decréscimo não muito acentuado e no ano seguinte os valores são similares. A partir desta data (ano 2006) ocorre um aumento brusco na geração destes. No ano 2007 observa-se um decréscimo do valor de resíduos gerados relativamente ao ano anterior, devido ao aumento da deposição de resíduos por ecopontos para a sua valorização, mas não à redução da geração destes (e da crise instalada a nível nacional). Em 2007 a produção anual de resíduos indiferenciados foi de 20.238 toneladas, ou seja, reduziu-se a produção deste tipo de resíduos em 807 toneladas



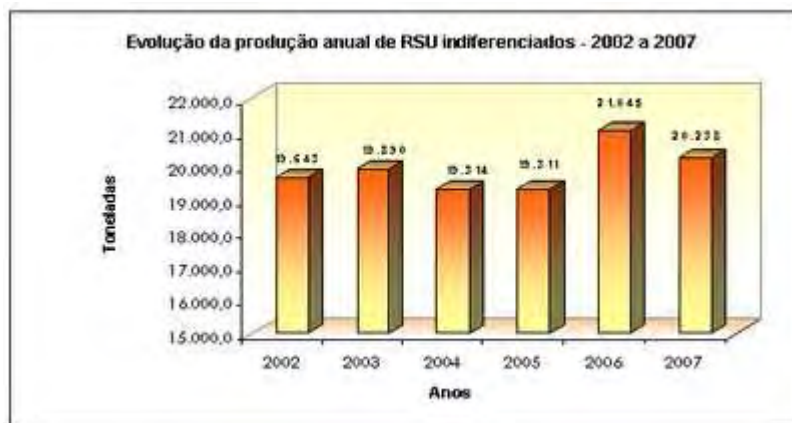


Figura 3.2 - Evolução anual da produção anual de RU indiferenciados em Ílhavo desde 2002 até 2007 (Fonte: [www.cm-ilhavo.pt](http://www.cm-ilhavo.pt)).

Na recolha selectiva verifica-se que ao longo dos anos há um aumento do material recolhido segundo o fluxo de vidro, papel/cartão e embalagens através do sistema de recolha selectiva por ecopontos. Contudo este aumento deve-se, também, à instalação de um maior número de infra-estruturas (ecopontos), que passaram de 11 ecopontos em 1999 para 83 em 2006. Os resultados em termos de recolha selectiva observados para a rede municipal de ecopontos no ano 2007 apontam para subidas na ordem dos 8,9% para o vidro, 5,5% para o papel/cartão e 11,9% para as embalagens de plástico e metal.

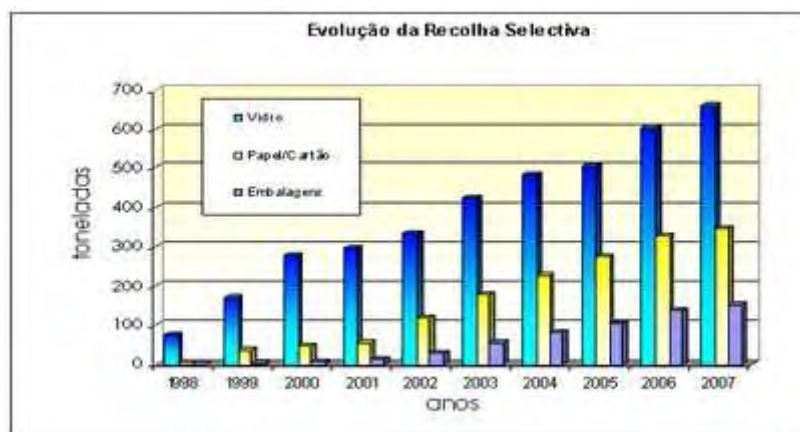


Figura 3.3 - Gráfico da evolução da recolha selectiva em Ílhavo desde 1998 até 2007 (Fonte: [www.cm-ilhavo.pt](http://www.cm-ilhavo.pt)).

### 3.3 MODELO ACTUAL DE GESTÃO

A Câmara Municipal de Ílhavo, em estreita colaboração com a ERSUC e com a sua concessionária para os serviços de recolha indiferenciada (Serviços Urbanos e Meio Ambiente S.A. – SUMA) e higiene urbana STL (Sociedade de Transportes e Limpezas,

Lda.), define o Sistema Municipal para as operações de: recolha, transporte, armazenagem, tratamento, valorização e destino final ([www.cm-ilhavo.pt](http://www.cm-ilhavo.pt)).

### 3.3.1 RECOLHA E TRANSPORTE

No Município de Ílhavo, a deposição dos resíduos urbanos municipais efectua-se através de contentores de utilização colectiva normalizada, com capacidade de 800L (contentor de PVC) ou 5000L (Molok) determinados pela autarquia, a fim de serem recolhidos. A recolha e transporte desses resíduos são efectuados por viaturas específicas, em que em certas zonas são agrupadas por circuitos de recolha. As operações de deposição, recolha e transporte dos resíduos indiferenciados, estão ao cargo da empresa prestadora de serviços SUMA – Serviços Urbanos e Meio Ambiente, SA. A fracção de indiferenciados recolhidos é enviada para tratamento e eliminação no Aterro Multimunicipal de Aveiro, situado na zona industrial da Taboeira, freguesia de Esgueira no Município de Aveiro. Esta infra-estrutura é gerida pela ERSUC – Resíduos Sólidos do Centro, SA que detém o exclusivo da exploração e gestão do sistema Multimunicipal do Litoral Centro em regime de concessão (Decreto-Lei n.º 166/96, de 5 Setembro).

No âmbito do referido contrato, a ERSUC também é a concessionária da recolha selectiva do Município de Ílhavo, sendo responsável pela implementação e desenvolvimento do sistema de recolha, que inclui a aquisição e colocação de contentores de recolha selectiva (também conhecidos como vidrões, papelões e embalões), a respectiva recolha e transporte para a central de triagem de acordo com as especificações da sociedade Ponto Verde, a quem é feita a entrega pela gestão, tendo em vista o seu encaminhamento para a reciclagem ([www.cm-ilhavo.pt](http://www.cm-ilhavo.pt)). É importante referir que uma recolha eficiente e dinâmica depende de uma adequada separação dos diferentes tipos de resíduos e do transporte destes.

O município disponibiliza contentores para os resíduos na via pública a fim de servir os utentes, compreende a recolha indiferenciada e diferenciada. Contudo, não contempla qualquer separação na origem no que diz respeito à fileira da matéria orgânica.

No que diz respeito à recolha de RU, o Município de Ílhavo encontra-se servido em toda a sua área geográfica por um sistema de contentores em conformidade com a Figura 3.1. Nas localidades com maior incidência urbana a frequência de recolha dos resíduos indiferenciados é diária, de segunda a sábado, incluindo feriados. Fora desses perímetros urbanos a recolha de resíduos é trissemanal.

Os locais e dias de recolha encontram-se descritos na Figura 3.4:

Recolha de Resíduos Sólidos Urbanos						
Localidades/Zonas	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
Ílhavo (centro)/Vista Alegre Barra Costa Nova Gaf. da Nazaré Gaf. da Encarnação (Norte) Gaf. de Aquém						
Gaf. da Boavista/ Carvalheira Moitinhos/Légua Ervasas/Coutada Ermita Colónia Agrícola						
Gaf. da Encarnação (Sul) Zona Industrial da Mota Vale Ílhavo Gaf. do Carmo Forte da Barra						
<b>horário da recolha: das 05:00h às 11:30h</b> <b>Recolha de Monstros - tel.:234 325 549 (a recolha é gratuita)</b>						

Figura 3.4 - Locais e dias de recolha de RU em Ílhavo (Fonte: [www.cm-ilhavo.pt](http://www.cm-ilhavo.pt)).

### 3.3.1.1 RECOLHA INDIFERENCIADA

Para o sistema de recolha indiferenciada, neste município coexistem dois tipos de recipientes diferentes para a deposição dos RU (indiferenciados):

- O contentor PVC (verde de 800 litros ou de 1000 litros de capacidade;
- O contentor MOLOK de 5000 litros de capacidade.

Em ambos os modelos de contentor, os indiferenciados só devem ser depositados depois de estarem devidamente acondicionados dentro de sacos plásticos. Após a recolha, estes resíduos são transportados em viaturas próprias devidamente identificadas e equipadas com a caixa compactadora, para o destino final no aterro multimunicipal da Taboeira.

Tabela 3.1 - A capacidade da contentorização de resíduos urbanos indiferenciados instalada no Município de Ílhavo (Fonte: [www.cm-ilhavo.pt](http://www.cm-ilhavo.pt)).

Freguesia	Cont. 1000 litros de PVC	Cont. 800 litros, PVC	MOLOK, 5000 litros
Gaf. do Carmo	32	29	---
Gaf. Encarnação	119	158	8
Gaf. Nazaré	274	274	2
S. Salvador	213	409	17
<b>Total de contentores</b>	<b>638</b>	<b>870</b>	<b>27</b>

Relativamente ao circuito de recolha, não existiam dados disponíveis para este contexto tendo sido assumidos alguns valores. Nesse intuito estimou-se que o município estava coberto pelo serviço de recolha indiferenciado por 4 viaturas, assim assumiu-se que cada camião por dia percorria 50km, por semana equivalia a 1200km percorridos a fim de recolher os resíduos indiferenciados gerados (ao domingo não existe recolha).

Relativamente a distância total de recolha e transporte para o aterro sanitário de Taboeira foi cerca de 16176 km para o ano 2006 (dado pela Câmara de Ílhavo), sabendo que a distância entre Ílhavo e o aterro é cerca de 16 km.

### 3.3.1.2 RECOLHA SELECTIVA

O sistema de recolha selectiva de materiais no Município de Ílhavo baseia-se no sistema correntemente conhecido por ecopontos, para o vidro (vidrões), papel/cartão (papelões) e embalagens (embalões), e no sistema de ecocentros.

- Ecopontos da recolha selectiva:

Um ecoponto é um local onde se encontram contentores específicos, que devem ser usados pela população para a deposição selectiva de RU para uma posterior reciclagem. Neste momento o Concelho de Ílhavo está servido por 83 Ecopontos e 41 vidrões isolados, o que se traduz numa capitação de 1 Ecoponto/448 habitantes, tratando-se de um rácio bastante razoável porque a União Europeia estabelece como meta: 1 Ecoponto/500 habitantes.

Na actividade da recolha selectiva pela ERSUC no ano 2006 foram percorridos 1 046 243 km para recolher 293 492 contentores. Em termos médios as viaturas da ERSUC têm de percorrer 42,7 km para recolher uma tonelada de resíduos recicláveis.

No que diz respeito ao transporte em Ílhavo na actividade da recolha selectiva no ano 2006, para recolher uma tonelada de resíduos recicláveis foram percorridos cerca de 10,6 km no caso do vidro, 39,1 km no caso do papel e cartão e 81,6 km para as embalagens (ver anexo A).

Relativamente a distância total de recolha para a reciclagem esta foi de 1218 km para o ano 2006 (dado fornecido pela Câmara de Ílhavo).

- Ecocentro da recolha selectiva:

O ecocentro é um parque equipado com contentores de grandes dimensões (20m<sup>3</sup>), destinados a receber, separadamente, diversos resíduos, os quais são posteriormente encaminhados para retomadores licenciados, com vista à sua posterior valorização e reciclagem. Neste município, no ano em estudo, os resíduos depositados no ecocentro eram entregues na estação de transferência da ERSUC, para posterior valorização. No Ecocentro Municipal aceita-se papel/cartão, embalagens, vidro, resíduos verdes, electrodomésticos, monstros, sucatas e entulho.

Os utilizadores do ecocentro são maioritariamente particulares (cerca de 93%). Só 1% dos resíduos depositados neste são de empresas, enquanto os restantes 6% são provenientes da Autarquia e das juntas de freguesia.

### 3.3.2 TRATAMENTO

O modelo vigente contempla o processo de triagem manual onde se destina para a separação de diversos materiais dos resíduos indiferenciados (embalagens, papel, vidro, etc.), tendo em vista as operações de valorização.

Num futuro próximo o modelo técnico a desenvolver pela ERSUC, inclusive em Ílhavo, consiste na optimização dos recursos disponíveis e adopção de metodologias que conduzam ao desvio das fracções de RU que disponham de valor potencial. A solução técnica que se apresenta para o tratamento de RU produzidos no universo geográfico da ERSUC toma como cenário base o Tratamento Mecânico Biológico (TMB). Esta solução técnica tem em consideração as infra-estruturas existentes e já implantadas no âmbito do modelo técnico desenvolvido na ERSUC. A construção da unidade TMB contempla o pré-tratamento dos RU provenientes da recolha indiferenciada, promovendo a recuperação das fracções passíveis de encaminhar para a reciclagem e valorização.

### 3.3.3 VALORIZAÇÃO E DESTINO FINAL

O modelo actual de gestão possui uma estação de triagem que visa a separação dos materiais provenientes da recolha selectiva pelos diferentes fluxos (embalagens, pilhas, electrodomésticos, etc.), com vista à reciclagem. Esses materiais depois de convenientemente separados e enfardados são enviados para as industriais recicladoras, que reaproveitarão estes materiais como matéria-prima para a produção de novos produtos. Os restantes resíduos não passíveis de serem valorizados, quer devido à tipologia, dimensão ou degradado estado de limpeza, são conduzidos para deposição em Aterro Sanitário.

Os RU provenientes da recolha indiferenciada podem ser sujeitos a diferentes processos de tratamento e valorização e os resíduos a confinar em aterro sanitário poderão vir, gradualmente, a ser constituídos pela fracção material não passível de recuperação, reciclagem ou valorização.

O fluxo de resíduos diferenciados são recolhidos por viaturas da ERSUC e encaminhados para a Estação de Triagem da ERSUC, localizado no Aterro Aveiro, enquanto a fracção de indiferenciados está a cargo da empresa SUMA, que os encaminha para o aterro multimunicipal de Aveiro. Também possui um ecocentro equipado com contentores de grandes dimensões (20m<sup>3</sup>) a cargo da ERSUC, destinado a receber materiais separadamente, dos quais são posteriormente encaminhados para retomadores licenciados.

A recolha multimaterial de fluxos específicos de resíduos de embalagem com viabilidade de serem reciclados, tais como o vidro, o papel/cartão e as embalagens de plástico e de metal são seleccionados e depositados voluntariamente pela população em Ecopontos (bateria de três contentores - vidro, papelão e embalagem) e colocados estrategicamente nas zonas urbanas, bem como nos Ecocentros localizados em instalações existentes de suporte à gestão dos resíduos. Estes fluxos são recolhidos, transportados e encaminhados para a Unidade de Triagem onde são submetidos a um processo de

separação prévia e triagem (manual e /ou automática), após a qual são expedidos para a Sociedade Ponto Verde, que por sua vez os encaminha para as unidades de valorização e reciclagem.

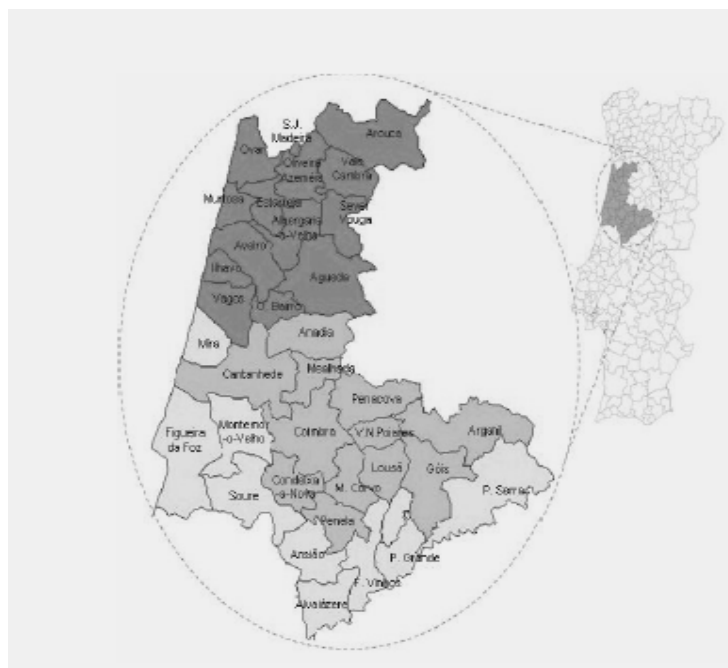


Figura 3.5 - Área abrangida pelo sistema multimunicipal ERSUC (Fonte: [www.ERSUC.pt](http://www.ERSUC.pt)).

### 3.4 AVALIAÇÃO DO MODELO ACTUAL DA GESTÃO DA RECOLHA DE RU

A gestão de resíduos urbanos (RU) é um assunto que tem vindo a ser sujeito a significativas alterações, em termos dos respectivos modelos de gestão devido à importância social, económica e ambiental e por outro lado, ao significado intrínseco dos conceitos e definições que os modelos se revestem.

Ao nível municipal, os actuais modelos de gestão de RU em Portugal ainda não reflectem os princípios e as metas protagonizadas pela União Europeia (UE) nem terão assumido que a responsabilidade da gestão exige o empenho e a resolução por parte das entidades responsáveis, pelo que é urgente inverter esta situação devido aos custos de gestão se tornarem incontroláveis.

A problemática dos resíduos enquanto materiais utilizados e posteriormente eliminados ainda possuem visões muito pouco “holísticas” e sensíveis à sustentabilidade.

A análise SWOT (Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats) é uma forma muito difundida de fazer o diagnóstico estratégico de qualquer modelo de gestão de RU.

### 3.4.1 ANÁLISE SWOT

De seguida apresenta-se uma análise SWOT aplicada ao modelo de gestão, que permite identificar as maiores valências e falhas deste sistema, de forma a ser possível a criação de estratégias e melhorias ao sistema, que possibilitam a maximização das oportunidades e pontos fortes, minimizando as ameaças e os efeitos provenientes dos pontos fracos existentes.

Na Tabela 3.2 está resumida a análise SWOT, demonstrando a interligação dos pontos fortes com as potencialidades e fraquezas e, por outro lado, a interligação dos pontos fracos com as potencialidades e fraquezas.

Tabela 3.2 – Análise SWOT aplicada ao modelo de gestão de RU

	Pontos Fortes	Pontos Fracos
<b>Potencialidades</b>	Promover uma utilização adequada dos resíduos; Disponibilizar informação e know-how (saber-fazer) para minimizar a produção de resíduos; Promoção da reutilização dos resíduos; Tendência ao aumento da consciencialização ambiental; Formação da primeira consciência Ecológica através da Educação Ambiental nas escolas.	Sensibilização e informação para a redução do consumo e consequente produção de resíduos; Aplicação do princípio da prevenção; Aplicação do princípio poluidor-pagador; Aplicação de sistemas de taxa variável; Obrigações legais actuais; Fiscalização das entidades competentes; Falta de informação relativa aos ecopontos/ contentores; Levantamento dos atributos da rede viária e consequente optimização de circuitos.
<b>Ameaças</b>	Necessidade das especificações relativas às infra-estruturas; Um novo modelo requer uma maior interligação entre os diferentes tipos de informação na Base de Dados.	Insuficiente percepção do cidadão da problemática da recolha (frequência, limpeza e número de contentores); Ainda baixo índice de separação; Falta de soluções a nível local para a valorização de resíduos; Falta de sensibilidade e informação da comunidade em relação à temática; Dificuldade em viabilizar soluções de valorização/ reciclagem; Falta de uma política sustentável; Desconhecimento da temática e leis ambientais; Falta de fiscalização, o que facilita a colocação de resíduos nos locais inapropriados sem custos para os que infringem a lei.

A avaliação realizada durante os primeiros anos de funcionamento do sistema multimunicipal de gestão de RU revelou que estes têm apresentado um fraco desempenho em relação aos objectivos definidos, ou seja não têm fornecido uma solução

adequada para determinados resíduos (orgânicos, plásticos, etc.). O facto do desempenho do modelo não ser satisfatório, deve-se a algumas limitações e fragilidades que interferem nos seus resultados. O modelo apresenta algumas limitações relacionadas principalmente com a falta de cooperação da sociedade, das especificidades das infra-estruturas e equipamentos, a relação entre diversas partes interessadas ao sistema, entre outras. Estas são componentes fundamentais para avaliar o desempenho do modelo de gestão, possibilitando a identificação dos problemas e servindo de apoio para a definição de medidas mitigadoras para a gestão de RU.

A necessidade de optar por um modelo que assente nos objectivos fixados pela EU exige que, algumas alterações sejam feitas, como a inserção de contentores para os ROB, influenciando assim no seu desempenho. Outro aspecto a ter em conta é que, geralmente uma das maiores incertezas é os dados relativos às quantidades produzidas de resíduos versus os locais geográficos referentes a essa mesma produção, e a insuficiência de contentores para a população residente.

#### *3.4.2 INDICADORES DE GESTÃO DE RESÍDUOS*

Os indicadores de gestão dizem respeito a valores (rácios) que podem ser estabelecidos entre um conjunto não determinado de variáveis, nomeadamente de estatísticas de gestão, tais como, a população a servir, a quantidade de RSU recolhida, o número de trabalhadores envolvidos, as despesas com o serviço de recolha, números de contentores de recolha selectiva, indiferenciada, distância percorrida, custos de operação, etc. (Matos, 2009).

O interesse do estudo de indicadores ambientais está também ligado à da obrigatoriedade de cumprimento das metas de gestão de resíduos impostas pelos documentos legais comunitários e nacionais, e da necessidade de avaliar a evolução do desempenho da gestão de resíduos pelas diversas partes intervenientes, a adopção de medidas mitigadoras e a realização de investimentos nas áreas de interesse prioritário.

A informação base necessária à construção de indicadores necessita ter em conta quais os objectivos a que se destina. Neste âmbito é indispensável definir o nível de desagregação espacial (freguesia, município, sistema de gestão, país) e temporal (dia, mês ou ano) e ainda a desagregação por fluxos, isto é, com modelos de gestão próprios (indiferenciados, orgânicos, resíduos de embalagem - vidro, pilhas, papel) – a que essa informação deve ser discriminada (Matos, 2009).

A percepção de indicadores de funcionamento e custos para a operação de recolha na gestão de resíduos é fundamental, na medida em que, contribui para a melhoria contínua do sistema. Logo, torna-se essencial a adopção de novas medidas de gerir e organizar para atingir um melhor desempenho ambiental.

Por exemplo, o conhecimento da quantidade de resíduos gerados por fileira no município, tendo em conta o período da sua produção, bem como o número de utentes para o sistema de recolha, a massa de resíduos recolhida por cada contentor, o total de quilómetros percorridos por cada veículo por circuito do sistema de recolha, contribui para a avaliação da eficiência do modelo de gestão e sugestões de melhoria. Também, o



conhecimento de tempos e/ou distâncias de recolha e transporte, velocidades de recolha permite o cálculo de indicadores de produtividade úteis para a avaliação da eficiência dos circuitos, comparação entre circuitos e exercícios de simulação.

### **3.5 MODELO DE GESTÃO INTEGRADA DA RECOLHA DE RU**

Verifica-se que o modelo actual de gestão não é compatível com as metas de gestão comunitárias. A entrada do TMB baseado na gestão de indiferenciados leva a cabo a separação da fileira da matéria orgânica a fim da valorização. Assim, torna-se fundamental traçar novos caminhos para atingir os objectivos a nível da matéria comunitária e nacional.

#### **3.5.1 OBJECTIVOS**

O modelo de gestão proposto visa melhorar o modelo de gestão actual no município de Ílhavo. Actualmente constata-se que o modelo vigente não permite gerar informação necessária ao acompanhamento do modelo, portanto pretende-se a implementação de um modelo que permita obter informação necessária e de suporte para um mais amplo conjunto de objectivos de gestão. Este modelo procura, principalmente ajustar a gestão de RU às necessidades dos dias de hoje (capítulo 2). A criação de bases de dados integradas incorporando as devidas especificações quer ao nível das infra-estruturas, instalações, equipamentos disponíveis, ocupação do solo, demografia, edificado e registo de propriedade, pretende facilitar a avaliação do modelo, mediante toda a informação cadastral recolhida e a sua posterior disponibilização ao público, de modo, a sensibilizar e apelar à sua consciência.

No âmbito do desenvolvimento de um novo modelo é necessário que este se enquadre no contexto normativo comunitário e nacional em termos de gestão de RU e também que, considere as linhas orientadoras estabelecidas nos planos estratégicos de gestão.

Deste modo, o modelo actual de gestão a nível nacional não contempla a edição e tratamento de informação bem como a divulgação ao cidadão sobre a localização das infra-estruturas de contentores, dias de recolha, entre outras. É essencial neste tipo de modelos o levantamento das especificações das diversas partes intervenientes, ou seja, da parte administrativa e operacional de forma a correlacionar as mesmas, bem como o levantamento do cadastro predial e da rede viária para posterior avaliação do modelo aplicado. Tendo em vista criar uma Geodatabase que integre as diferentes informações cadastrais recolhidas para posterior ligação ao ambiente em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

#### **3.5.2 INFRA-ESTRUTURAS**

O novo modelo contempla as diferentes infra-estruturas de tratamento do modelo já existente, ou seja, integra uma estação de triagem para a separação da fracção

diferenciada por ecopontos/ ecocentro com vista à valorização, e da fracção indiferenciada por contentores PVC/ Molok e de uma instalação de eliminação (aterro).

### 3.5.3 *MODELO OPERACIONAL*

O passo primordial na implementação de um novo modelo de gestão é a participação activa da comunidade, ou seja, a tomada de consciência para as problemáticas ambientais e os impactos gerados pelos mesmos no meio ambiente. A comunidade exerce um papel fulcral na aplicação de um novo modelo de gestão. Em contrapartida, o município desempenha a função de desenvolvimento de campanhas de sensibilização. Contudo, a integração de preocupações ambientais em geral, e de aspectos relacionados com a gestão de resíduos, nos programas de ensino e formação são extremamente importantes para promover a aplicação de medidas no domínio da prevenção e reciclagem de resíduos.

A sociedade dos dias de hoje valoriza o consumo de bens e alheia-se do esgotamento dos recursos naturais. Actualmente, existe a promoção de campanhas de sensibilização, como por exemplo, as televisivas que têm por finalidade alertar a sociedade para a importância da reciclagem e por consequência fazer com que os cidadãos mudem os seus hábitos de modo a separarem uma maior quantidade de resíduos com vista à valorização.

O novo modelo de gestão de RU visa facultar a informação do conjunto de processos de alocação, através de contentores de diferentes dimensões disponíveis na via pública para a recolha de indiferenciados ou diferenciados, a avaliação e análise dos equipamentos/ infra-estruturas existentes mediante as carências de cada local e se necessário o investimento de novos, a criação de incentivos à recolha separativa e também o levantamento das especificações das infra-estruturas disponíveis, desde as mais antigas até às mais actuais. É importante também, o cruzamento dessa informação com o cadastro da rede viária e habitacional numa primeira fase somente para visualização e, posteriormente com a melhoria das mesmas, a execução de novas melhorias ao modelo.

Para a concretização deste modelo o cidadão tem de ter um papel activo no decorrer de todo o desenvolvimento em torno da gestão dos resíduos e disponibilidade em cooperar.

É importante a tomada de consciência da população, um desafio de extrema complexidade e exigência, e que permitirá ao município dar um salto qualitativo na gestão dos seus resíduos urbanos, com repercussões extremamente positivas no ambiente e qualidade de vida dos cidadãos, e espera-se que este novo modelo apresentado manifeste a resposta adequada a esse fim.

## 4 METODOLOGIA E FERRAMENTAS

Tendo sido identificados os principais objectivos actuais de gestão de resíduos urbanos e em particular tendo em consideração o processo de recolha de RU, neste capítulo é feita a apresentação das metodologias e das ferramentas que permitem manter o inventário, o registo das operações e avaliação de todo o processo de recolha de RU.

### 4.1 APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE BASES DE DADOS

O propósito dos sistemas de bases de dados consiste em ajudar a organizar, actualizar e encontrar qualquer tipo de informação através da complicação/colecção dos dados consoante o objectivo pretendido.

Um Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD), permite a organização, armazenamento e manipulação de informação. O Sistema de Gestão de Bases de Dados (SGBD), *“É um sistema informático com funcionalidades para descrever os dados e os seus atributos, estabelecendo relações entre itens de dados, manipulando-os e gerindo-os.”* (Stamper, D.A, 1990). O SGBD gere e partilha a informação de uma forma ordenada, assegurando a integridade dos dados, controlando as interacções entre a base de dados e os programas de aplicação (Stamper, D.A, 1990).

O Microsoft Access (nome completo Microsoft Office Access), também conhecido por MSAccess, é um sistema de gestão de base de dados propriedade da Microsoft Corporation, incluído no pacote do Microsoft Office Professional, que combina o Microsoft Jet Database Engine com uma interface gráfica do utilizador (graphical user interface), permite o desenvolvimento rápido de aplicações que envolvem tanto a modelação e estrutura de dados como também a interface para os utilizadores.

#### 4.1.1 FUNCIONALIDADES DO ACCESS

O Microsoft Access é uma aplicação informática de gestão relacional de bases de dados

O sistema de gestão de bases de dados relacional facilita a utilização de poderosos utilitários, permite trabalhar com dados num leque variado de formatos, fornece um extraordinário auxílio na sua aprendizagem e utilização, torna a execução de tarefas simples, definindo deste modo um novo nível de acesso e de utilização de informação armazenada na base de dados.

As características principais do Microsoft Access e que contribuem consideravelmente para a facilidade da sua utilização são as seguintes:

- ✓ Corre em ambiente Windows, tirando partido das características deste sistema operativo com elevado poder gráfico, facilitando deste modo o acesso e o tratamento da informação;

- ✓ Garante a integridade referencial, ou seja, as associações definidas à priori previnem inconsistências ou eliminação indevida de ocorrências;
- ✓ Possibilita a visualização da forma actualizável. Os resultados obtidos através de consultas à base de dados podem ser actualizados;
- ✓ Possibilita organizar, desenhar e inserir campos consoante as necessidades da base de dados através de formulários;
- ✓ Possibilita produzir relatórios, a partir da informação das tabelas da base de dados, na medida em que, permite organizar os campos da forma como se pretende, tendo em conta um diversificado conjunto de formatos para impressão;
- ✓ Garante a integridade dos dados, permitindo definir valores por defeito, regras de validação e formatos, no momento da criação da estrutura da informação. Esta facilidade é transposta automaticamente para formulários e relatórios;
- ✓ Garante a segurança da informação com a atribuição de permissões a utilizadores e grupo de utilizadores;
- ✓ O Access permite estabelecer relações com outros ambientes como por exemplo ArcView através de drivers tais como o Open Database Connection (OCDB);
- ✓ É considerada uma ferramenta de grande produtividade, devido principalmente à utilização de macros, que possibilitam a execução automática de tarefas evitando o recurso à programação.

O Microsoft Access é assim uma aplicação de suporte a sistemas de gestão de bases de dados relacional (SGBDR). Numa base de dados relacional a informação encontra-se armazenada em tabelas. Cada tabela representa um tipo de informação independente das restantes e podem relacionar-se entre si através de associações. As relações entre as tabelas podem ser de um-para-um (1:1), um-para-muitos (1:N) e muitos-para-muitos (N:N), depende do tipo de relação e informação que se estabelece entre as tabelas da base de dados. O elemento chave que possibilita que todo o sistema funcione, consiste na percepção da elaboração das relações das tabelas através das chaves primárias.

Através da utilização do SGBDR Access é possível configurar a base de dados, e esta armazenar também, o tipo de relacionamento existente entre as várias tabelas que a compõem. Cada peça de informação (denominada tabela) é armazenada num único local, evitando deste modo a duplicação da informação e possibilitando a sua actualização rápida e eficaz.

## **4.2 APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

Actualmente, os sistemas informação geográfica (SIG) são utilizados como ferramentas de representação e análise geográfica de dados que permite a integração de informação espacial e outras numa base de dados georeferenciada.

A aplicação SIG usada neste trabalho é da ESRI - Environmental Systems Research Institute, que inclui um conjunto de sistemas de processamento de informação geográfica denominado ArcGIS. O ArcGIS tem disponíveis três versões de software, cada uma das

quais disponibilizando um nível mais elevado de funcionalidades: ArcView, ArcEditor e ArcInfo. O ArcView fornece ferramentas avançadas de produção de mapas e de análise geográfica, em conjunto com ferramentas básicas de edição e geoprocessamento. O ArcEditor inclui as funcionalidades do ArcView e, adicionalmente, integra capacidades de edição avançadas. O ArcInfo alarga o leque de funções ao incluir o geoprocessamento avançado. As aplicações fundamentais do ArcGis incluem o ArcMap, ArcCatalog e o ArcToolbox. O ArcMap permite efectuar análises geográficas e criar mapas; o ArcCatalog permite aceder e fazer a gestão de bases de dados geográficos; o ArcToolbox contém ferramentas de gestão e conversão de dados (ESRI Portugal, 2006).

#### 4.2.1 FUNCIONALIDADES DOS SIG

Os SIG podem ser definidos como um conjunto de ferramentas que permitem armazenar, extrair, transformar e visualizar dados espaciais, que representam a realidade para um certo conjunto de objectivos (Burrough *et al.*, 1998).

Estes distinguem-se de outros sistemas de informação capazes de utilizarem dados georeferenciados, por possibilitarem a execução de operações espaciais, tornando assim possível a realização de análises. A interface associada aos SIG integra, normalmente, duas componentes: uma alfanumérica e outra cartográfica.

Tendo em conta os requisitos de qualquer software SIG, a preparação da base cartográfica envolve em geral a sobreposição de informação em modo vectorial (formato DXF) sobre imagens em modo raster (formato TIF ou JPG, ou outro susceptível de conversão nestes).

O processamento de informação em modo raster refere-se em geral à georeferenciação de ortofotomapas (fotografia aérea ou de satélite rectificada segundo um dado sistema de projecção), segundo um determinado nível de detalhe.

A informação cartográfica em modo vectorial consiste em dispor-se de elementos gráficos (pontos, linhas ou polígonos) que identificam elementos ou situações a que se associam registos de bases de dados alfanuméricas, sendo produzida por vectorização a partir de imagens raster.

Em ambos os casos, bases cartográficas deste tipo poderão constituir unidades autónomas de informação (ficheiros) independentes ou conjuntas, preferencialmente segundo formatos compatíveis (ver Figura 4.1). Todo o processo de vectorização é processado e organizado por "layers" (camadas), a definir em conformidade com a hierarquização da informação, necessariamente dependente dos atributos de cada caso, assegurando no entanto a sua possibilidade de alteração, a partir de uma construção rigorosa, coerente e plenamente de acordo com a distribuição definida. As várias camadas, bem como as bases de dados alfanuméricas, poderão ter acessos condicionados segundo uma hierarquia de utilizadores, por exemplo através de uma palavra de código ("password").

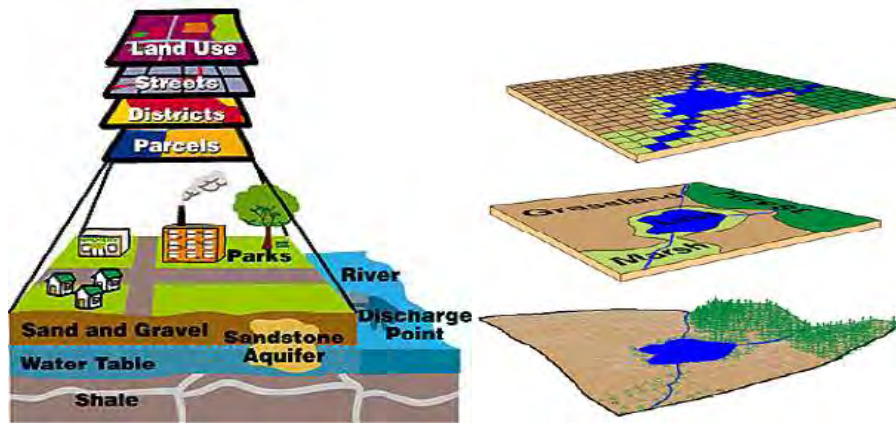


Figura 4.1 – Representação da organização de um SIG (Fonte: <http://www.gis.com>).

Relativamente, à informação de natureza alfanumérica é a definição de estruturas de bases de dados referente à informação desejada como objecto da respectiva implementação. Por exemplo, em aplicações do âmbito do ordenamento do território, relativamente a processos de licenciamento, poder-se-ia constituir uma base de dados, em que cada registo da base de dados assim obtida é atribuído ao polígono que, na carta, depois de vectorizada, corresponderia ao lote de cada um dos requerentes. Analogamente e num contexto de estudos de mercado, a base de dados poderia referir-se, por exemplo, tão simplesmente a nomes, a moradas, rendimentos per capita, etc.

Para a implementação da componente alfanumérica do sistema de informação geográfica é de considerar a criação de bases de dados alfanuméricas em SIG. O SIG disponibiliza um sistema de gestão de bases de dados (SGBD) que permite a definição directa da estrutura da base de dados, contemplando os campos desejados bem como o preenchimento das respectivas tabelas, associando cada um dos seus registos aos elementos gráficos correspondentes, mediante a importação de base de dados.

O que importa salientar desde já é que as bases de dados alfanuméricas podem ser preenchidas directamente no próprio SIG, ou por recurso a SGBD autónomo, do tipo Access e/ou Oracle, por exemplo, e ser posteriormente importada para o SIG. No âmbito da constituição do SIG, procede-se então, apenas, às atribuições de cada registo dessa base de dados alfanumérica ao respectivo polígono, na cartografia implementada.

Transversalmente o SGBD em Access futuramente estabelecer uma ligação ao ambiente ArcView, através da comunicação de canais Dynamic Data Exchange (DDE) onde o ArcView acede à aplicação Access, na medida em que, possibilita o controlo e acesso no que resulta uma ponte de ligação entre os dois sistemas.

A utilização dos SIG pode trazer grandes benefícios, devido à sua capacidade de gestão de informação geográfica de um modo rápido, preciso e sofisticado (Cabral, 2001). Actualmente, as intervenções necessárias têm de ser baseadas numa correcta fundamentação, por via de um diagnóstico das situações e por via da avaliação das diferentes propostas de intervenção. Uma das aplicações mais importantes dos SIG é na análise dos dados para o apoio aos processos de decisão (Rodrigues *et al.*, 2004).

Os SIG para além da manipulação de diferentes formatos de informação, também permitem a transformação de sistemas de coordenadas noutros. Contudo, não autoriza a sobreposição de informação caso haja incoerência no sistema de projecção. Nos dias de hoje o sistema de coordenadas mais utilizado é o WGS84 (informação geodésica – Anexo B), mas ainda existe algumas entidades que utilizam sistemas de coordenadas menos actuais.

As funcionalidades de um SIG podem ser observadas na Figura 4.2.

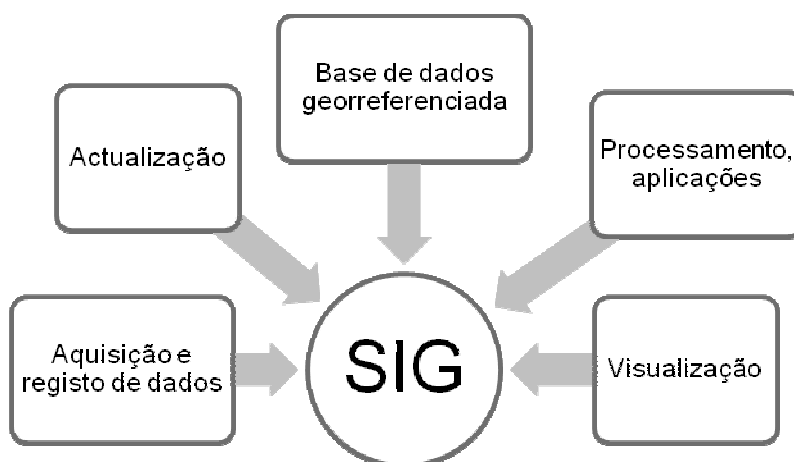


Figura 4.2 – Funcionalidades de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

#### 4.2.2 APLICAÇÃO DE SIG À GESTÃO TERRITORIAL

A utilização de ferramentas SIG nas áreas do planeamento e gestão territorial à escala nacional, regional e autárquica é um facto actual, embora se reconheça ainda haver muito trabalho a fazer, contribuindo para o aumento da capacidade dos municípios exercerem funções fundamentais no ordenamento e desenvolvimento territorial. Alguns exemplos dessa aplicação à gestão das redes de serviço público, nomeadamente distribuição de água, recolha de esgotos, acessibilidade, arruamentos entre outros. A gestão de informação autárquica visa o melhoramento no processo de tomada de decisão no âmbito do desenvolvimento regional, supra ou infra nacional, onde exige um conhecimento do território profundo e actualizado. Na actualidade só é possível com recurso a aplicações com base em tecnologia de sistemas de informação geográfica (SIMAT, 2000).

Na gestão de resíduos os SIG também têm especial interesse na realização de estudos de inventário e avaliação de impacto ambiental ligados à existência de passivos ambientais (lixeiros, aterros, etc.). O termo passivo deriva da linguagem económica, ou seja, na contabilidade de uma empresa o passivo é o conjunto de dívidas e ónus que reduzem o activo. Quando usado em termos ambientais, refere-se ao conjunto de danos ambientais não compensados que as empresas transferem para a colectividade devido a incidentes ou devido ao seu normal funcionamento (<http://gaia.org.pt/>).

#### 4.2.3 APLICAÇÕES SIG NA GESTÃO DE RESÍDUOS

As ferramentas SIG permitem gerar cartogramas de forte impacto visual, úteis em todo o tipo de documentos, e até a disponibilização de informação em linha ao público, através de interfaces Web. Actualmente, podem ser configuradas como sistemas de informação ao utilizador. No caso específico dos RU trata-se de disponibilizar aos próprios serviços e ao cidadão informação georeferenciada respeitante à localização dos diversos contentores, dias de recolha e disponibilidade espacial, etc.

A nível nacional regista-se o uso de ferramentas SIG no âmbito da disponibilização da informação em ambiente Web ao utilizador das infra-estruturas, embora inclua somente a distribuição espacial. Alguns exemplos incluem a Câmara Municipal de Aveiro, Ílhavo, Ponta Delgada, Maia.

Um exemplo notável do uso de SIG no âmbito da gestão da qualidade do serviço relativo à “remoção de resíduos urbanos, incluindo a recolha selectiva de materiais recicláveis e a manutenção da higiene e da limpeza dos locais públicos” é dado no município da Maia (Maiambiente, 2006).

#### 4.2.4 APLICAÇÃO DE SIG NA GESTÃO DA RECOLHA DE RESÍDUOS

O uso do software SIG tem interesse no planeamento da localização das infra-estruturas de recolha de RU, nomeadamente no cadastro de contentores indiferenciados e diferenciados no espaço urbano, no qual tem associado diversos atributos, ou seja, localização, tipologia, capacidade, frequência de limpeza e despejo, aquisição entre outras (Matos *et al.*, 2006).

As aplicações de tecnologia SIG na área da gestão de RU são menos correntes. Contudo não é difícil depreender o potencial desta ferramenta em temas tais como: a divulgação pública ao cidadão relativa aos serviços de recolha dos RU, a gestão de infra-estruturas de alocação de RU (contentores), a optimização de percursos segundo as necessidades de recolha e as especificações da rede viária, e ainda a gestão administrativa de contratos de prestação de serviços de recolha, tratamento e valorização entre a autarquia e os utentes bem como da entidade gestora e avaliação do desempenho ambiental através do uso de indicadores e “benchmarks”, etc.

Outro exemplo respeita à avaliação das necessidades espaciais em termos de contentorização segundo os atributos do cadastro habitacional ou densidade demográfica. Outra potencialidade por parte da ferramenta SIG é a capacidade na definição de percursos (rotas) de recolha das diferentes fileiras de materiais, tendo por base critérios diferenciados, nomeadamente a optimização temporal ou espacial. Também é possível a racionalização da frota de recolha e a respectiva força de trabalho em função do serviço necessário segundo os níveis de enchimento dos diversos equipamentos.

Actualmente, é possível estabelecer a ligação entre sistemas SIG e sistemas GPS (Global Position System) no apoio à navegação viária, na medida em que, a referida funcionalidade é relativa à motorização em tempo real do serviço de recolha dos fluxos



de materiais. Relativamente, a quantidades recolhidas, fracção de enchimento e das rotas de recolha (“tracking”) é já uma realidade ao nível de equipamentos e “software”. Também é possível a actualização de sistemas de bases de dados em tempo real a partir (a) dos níveis de enchimento ou de carga de contentores posicionados na via pública por via remota, (b) tendo em conta impedimentos viários (obras, congestionamentos ou acidentes) permitindo a reconfiguração das rotas e adequando-as às necessidades de serviço (Johanson *et al.*, 2006).

#### 4.2.5 POTENCIALIDADES DA APLICAÇÃO DE SIG À GESTÃO DA RECOLHA DE RESÍDUOS URBANOS

A gestão autárquica de resíduos é uma tarefa que operacionalmente apresenta alguma complexidade pois integra um conjunto de serviços diversificados (informação, operação, pagamento, recibos). Neste âmbito interagem serviços operacionais, serviços administrativos, fiscalização, cidadãos, empresas, prestadores de serviços.

A aplicação de SIG à recolha de resíduos urbanos, inclui a localização de ecopontos, a definição das especificações para o serviço de recolha (tipologia de resíduos, freguesia, capacidade, aquisição, etc.), o registo operacional de serviços realizado (tempos, ecopontos, quantidades, tipologia, etc.), o pessoal do serviço que realizam num dado percurso, etc. A gestão contratual nomeadamente PAYT, isto é, das tarifas de resíduos urbanos a ser pagos pelos cidadãos de acordo com o princípio do poluidor-pagador descrita na Lei-Quadro de resíduos e na directiva europeia, é também uma tarefa que interage com SIG.

#### 4.2.6 LIMITAÇÕES À APLICAÇÃO DE SIG NA GESTÃO DA RECOLHA DE RESÍDUOS

A ausência de especificações para bases de dados de sistemas SIG permite que cada aplicação faça uso de um conjunto de especificações essencialmente voltadas para as necessidades imediatas do cliente. Esta prática para além de ser caro não permite uma desejável uniformidade de procedimentos e sinergias entre serviços que necessitam de partilhar informação (Matos *et al.*, 2006).

Como os custos de gestão de RU são fortemente marcados pelos custos de recolha e transporte, facilmente se depreende que a melhoria de circuitos acarreta vantagens significativas, nomeadamente a redução significativa em termos de custos. Assim, tira-se partido de aplicações vocacionadas para a optimização de circuitos em ambiente SIG (como é o caso do Network Analyst). Para o efeito é necessário existir suficiente informação, o cadastro dos contentores e o cadastro da rede viária respectivamente, contendo um conjunto apropriado de especificações. Verificou-se que a tecnologia ainda não tinha sido aplicada na gestão de RU, pelo que houve a necessidade de reflectir sobre quais os atributos/especificações necessários às bases de dados.

Na ausência de especificações necessárias à elaboração de um cadastro de infra-estruturas, houve a necessidade de conceber um modelo de cadastro para as infra-estruturas de contentores de recolha existentes na via pública, que não tivesse em conta

somente a aplicação atrás referida, mas que servisse um conjunto de propósitos mais vasto, tais como os referidos na secção anterior.

A rede viária carece geralmente de especificações e de detalhe necessário, embora exista informação georeferenciada, esta não é acompanhada de um conjunto de atributos, tais como os que podem caracterizar o tráfego que suporta, o sentido de circulação, limite de velocidade entre outros.

A informação cadastral refere ao conjunto de informações de suporte em SIG para gestão de RU inclui os eixos da via, os ecopontos, os contentores e o edificado. O cadastro de contentores tem ligações com o inventário dos bens municipais.

Os atributos da rede viária que interessam à gestão de resíduos não são específicos, interessando a certamente a muitas outras situações. O cadastro dos eixos de via têm utilidade para múltiplas aplicações municipais (gestão de trânsito, transportes públicos, georeferenciação de endereços, bombeiros, etc.) que, não sendo uma tarefa da responsabilidade do serviço responsável pela gestão de RU, deve anteceder os cadastros de ecopontos e contentores. (Matos *et al.*, 2006).

#### 4.2.7 EXTRACÇÃO DA INFORMAÇÃO E VISUALIZAÇÃO DA GESTÃO DA RECOLHA DE RESÍDUOS

O conjunto de dados apresentados anteriormente permite um arquivo para registo de toda a informação de exploração do sistema, o cruzamento de informação (“joins” ou “relates”), o tratamento de informação, a edição de informação (“queries”, gráficos e quadros), a informação ao cidadão sobre a localização dos contentores, dias de recolha, entre outros.

A existência de uma ligação a uma aplicação de gestão de património, torna possível em cada momento, quais são os contentores em mau estado e que precisam de substituição.

Relativamente aos contentores, desde que estes possuam sensores de carga, o sistema pode actualizar a base de dados sem intervenção humana e, deste modo, até se pode fazer rotas optimizadas diariamente, circulando apenas entre os ecopontos em que, no sistema, estão identificados como estando acima de um determinado nível de enchimento.

Possuindo informação demográfica desagregada à subsecção estatística, é possível estimar a produção de resíduos e a sua distribuição espacial e ainda apoiar a análise de desempenho do nosso sistema de recolha. Para este efeito é necessário dividir a nossa área em células de tamanho pré-definido, para cada célula estimar a população residente, e, a partir da capitação, estimar a produção de resíduos, para depois confrontar com os resíduos efectivamente recolhidos. Esta análise é particularmente interessante para avaliar a recolha de resíduos recicláveis. O tamanho da célula é definido de forma arbitrária. Existe “software” SIG específico para este tipo de análise “matricial” (Matos *et al.*, 2006).

### 4.3 LIGAÇÃO ENTRE SGBD E SIG

A ligação entre aplicações de bases de dados e SIG são essenciais. No presente caso, foi estabelecida a ligação entre os dois sistemas, tendo por base o desenvolvimento de um Sistema de Gestão de Base de Dados e a articulação com a plataforma SIG.

A comunicação entre os dois subsistemas faz-se de duas formas que se descrevem seguidamente (ver Figura 4.3):

- Partilha de informação contida na base de dados: o ArcGIS manipula e permite a visualização do conteúdo da base de dados em Access através de drivers ODBC (Open DataBase Connection); sendo usado para apresentar os dados alfanuméricos de entidades gráficas seleccionadas e para criar mapas funcionais com base em atributos (nomeadamente atributos espaciais) do tema relacionado (Adam, 1997).
- Comunicação explícita entre as duas aplicações. O SGBD Access e ArcGIS estabelecem comunicação através de canais DDE (Dynamic Data Exchange) acedendo a comandos internos da outra aplicação e podendo, portanto, controlar o seu comportamento (Adam, 1997).

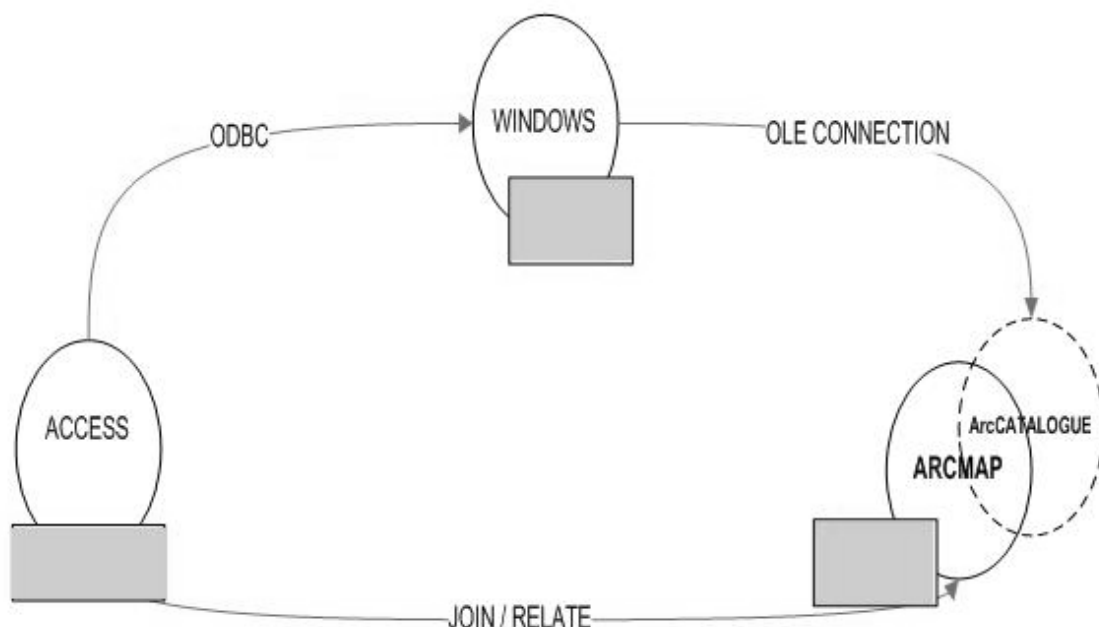


Figura 4.3 – Interface SIG.

O ArcGIS incorpora os componentes de acesso a dados e inclui o provedor OLE DB com o driver ODBC. Estas duas componentes constituem uma ponte de ligação de acesso rápido para informação proveniente de várias fontes externas.

O provedor OLE (Object Linking and Embedding) da BD assegura a troca de informação entre o fornecedor dos dados, Access, ArcCatalog e/ ou ArcMap.

O maior benefício do uso desta tecnologia, é que esta reduz o tamanho do arquivo do documento e tem uma capacidade em criar um arquivo central (mestre). Esse arquivo tem por base o papel de actualizar os documentos conectados, qualquer que seja a alteração no documento de origem sendo automaticamente actualizado no OLE DB. No ArcMap a conexão ocorre através do comando join/ relate, um comando da plataforma SIG, que permite realizar a junção de tabelas através de campos comuns.

## 5 MODELO DE BASES DE DADOS

A concepção de uma base de dados para a gestão da informação relacionada com a recolha de resíduos urbanos foi realizada por aproximações sucessivas. Partiu-se do modelo simples de Matos *et al.* (2006) para o cadastro de ecopontos incluindo as respectivas especificações.

O modelo de gestão da recolha de RU concebido neste trabalho partiu de um caso de estudo, que fosse adequado à sua aplicação e desenvolvimento. De facto, entendeu-se que seria útil partir de uma base de dados real, relativamente desenvolvida, com um dispositivo SIG operacional, desde que permitisse a representação ou rectificação de atributos. A ideia da base de dados era a de que deveria servir um vasto conjunto de objectivos definidos, mas suficientemente aberta para permitir o seu desenvolvimento posterior.

Para o efeito foi considerado o Município de Ílhavo, tendo sido estabelecidos os contactos necessários e explicados os propósitos do estudo e verificados o suporte em SIG e a informação disponível - entendeu-se que havia as condições necessárias para considerar a Câmara Municipal de Ílhavo (CMI) o caso de estudo desejado, apesar da base de dados se encontrar em coordenadas Datum 73 Hayford-Gauss IPCC.

Neste âmbito fora gentilmente disponibilizado pelo Município, um ficheiro em CD (RUcmi-UA) com a extensão XML os dados referentes à informação geográfica (demografia, rede viária, edificado) e o do sistema da recolha de RU (contentores e ecopontos).

Na realização deste trabalho foi utilizado o programa ArcGIS™ Desktop

### 5.1 ANÁLISE DA INFORMAÇÃO RECEBIDA

#### 5.1.1 GEODATABASE

Os serviços de Planeamento da CMI forneceram a base de dados geográfica que dispunham para a plataforma ArcView relativa ao município.

O primeiro passo consistiu em importar o ficheiro XML para uma nova Geodatabase com o intuito de projectar a informação em ArcView e proceder à análise de toda a informação facultada (ver Figura 5.1).



Figura 5.1 – Conversão e visualização da Geodatabase.

A informação em formato XML facultada pela CMI diz respeito uma Geodatabase de informação georeferenciada respeitante ao inventário e localização de contentores de recolha indiferenciada e selectiva, cadastro de rede viária e edificado e informação demográfica.

A análise detalhada da Geodatabase da CMI mostrou que esta estrutura de dados (Feature Dataset) no presente caso suporta seis tipos ou categorias de dados georeferenciados (Feature Class), (ver Figura 5.2) nomeadamente:

- Cadastro de contentores de recolha selectiva;
- Cadastro de contentores da recolha indiferenciada;
- Cadastro do edificado;
- Cadastro da rede viária;
- Cadastro das subsecções estatísticas;
- Tabela de indivíduos.

No Anexo C encontra-se um descritivo mais detalhado dos atributos/especificações das referidas Feature Class.

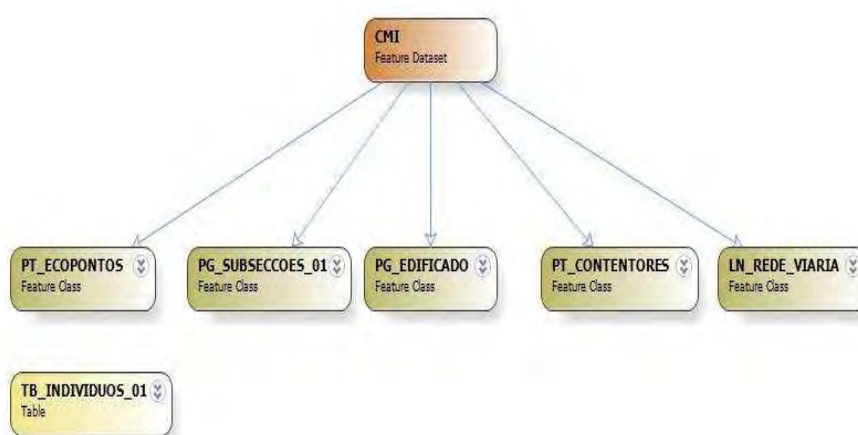


Figura 5.2 – Representação da Geodatabase da Câmara Municipal Ílhavo.

Após a conversão da referida Geodatabase para ambiente SIG do ArcGIS, efectuou-se a visualização em ambiente SIG.

#### 5.1.2 VISUALIZAÇÃO DAS FEATURE DATA SET ECOPONTOS/CONTENTORES

Foram analisados os conteúdos das feature data set PT\_contentores e PT\_ecopontos tendo por finalidade a avaliação da informação representada, bem como das respectivas especificações/atributos. A primeira das quais com cerca de 1500 registos e a segunda com cerca de 300. Estas feature data set foram representadas na Figura 5.3.

Uma análise sumária da informação apresentada mostrou um aglomerado de contentores com georeferenciação correspondentes a um só ecoponto, ou seja, para o mesmo local georeferenciado.



Figura 5.3 – Representação no ArcMap de todos ecopontos vs contentores.

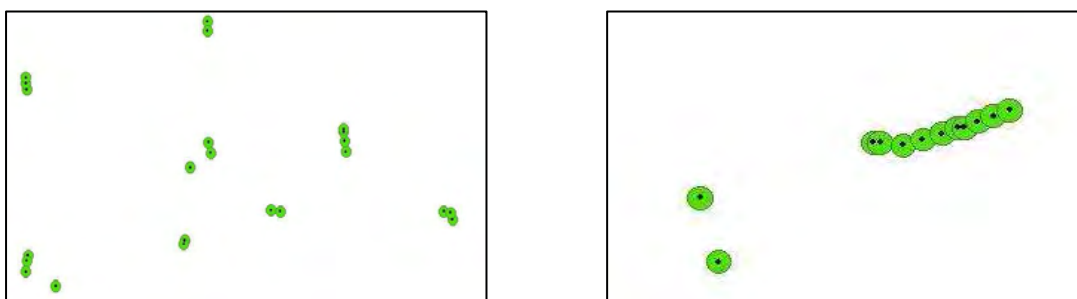


Figura 5.4 – Representação do buffer de todos ecopontos vs contentores.

### 5.1.3 CORRECÇÃO DA DATA SET ECOPONTOS/CONTENTORES

A primeira constatação é a de que havia feature data set para contentores (da recolha indiferenciada) e outra para ecopontos (recolha selectiva). Verificou-se que os nomes das ruas apresentavam vários erros, evidenciando na edição de informação alguma ausência de regras e validação. Em alguns dos casos observou-se conjuntos de contentores que embora pertencentes ao mesmo local, apresentavam georeferenciação diferente.

Entendeu-se que bastaria um feature data set para ecopontos que incluiria contentores de qualquer fluxo (resíduos da recolha indiferenciados/diferenciados), tendo-se unido as duas feature data set numa única.

Contudo, antecedendo o passo anterior, foi necessário acrescentar de um atributo identificado como ID\_referencia\_do\_local e a correcta definição da nomenclatura para os arruamentos, uma vez que em muitos casos a mesma rua existiam diferentes designações. Foi acrescido um registo com a ID\_referencia\_do\_local a cada linha das feature data set ecoponto e contentores.

Para a detecção e correcção em matéria de contentores diferentes num mesmo local converteu-se a tabela de ecopontos e contentores para um ficheiro ASCII e procedeu-se ao tratamento dos dados através de um programa escrito em Quick Basic, usando como critério contentores numa vizinhança inferior a 2,5m, passar a referir o nome do ecoponto, mas vários contentores, tendo em conta as coordenadas (X, Y), ou seja:

$$D_{12} = \text{SQR} ((X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2)$$

Durante o processo de correcção de dados muitas outras deficiências da base de dados foram encontradas e corrigidas (falta de referência das ruas, tipo de contentor, capacidade, etc.). O processo de correcção consistia apenas na substituição dos atributos referentes ao local. O programa identificava todos os contentores que se encontravam num raio inferior a 2,5 m e substituíam o ID\_referencia\_do\_local do contentor pelo ID\_referencia\_do\_local do primeiro contentor vizinho.

No anexo D, apresenta-se o programa desenvolvido para a correcção dos dados.

### 5.1.4 CADASTRO ACTUAL DE ECOPONTOS/CONTENTORES

As tabelas de atributos referentes às feature data sets PT\_contentores e PT\_ecopontos, correspondentes às infra-estruturas colocadas na via pública para a alocação dos resíduos indiferenciados e diferenciados, são as seguintes:



Tabela 5.1 - Tabela de atributos da feature data set PT\_ecopontos da recolha selectiva do modelo de gestão actual.

Atributos dos Contentores	Modelo	Exemplo
ID	Número do equipamento	89
LEGENDA	Tipo de equipamento	Ecoponto
LOCALIZAÇÃO	Nome da Rua	Rua da Saudade
FOTO	Número da foto	Foto_89
COLOCAÇÃO	Data de colocação	30-10-2007
CAPACIDADE	Litros	750
POINT_X	GCS_Datum_73	-50675,77
POINT_Y	GCS_Datum_73	102135,24

Tabela 5.2 – Tabela de atributos de da feature data set PT contentores da recolha indiferenciada do modelo de gestão actual.

Atributos dos Contentores	Modelo	Exemplo
FREGUESIA	Nome da freguesia	São Salvador
ARRUAMENTO	Nome da Rua	Rua Manuel Bolais Mónica
PORTA	Número de porta	139
ID_EQUIPAMENTO	Código de 4 dígitos	1228
TIPO_EQUIPAMENTO	Contentor Pvc/Molok/Ecobox	Contentor Pvc
CAPACIDADE	Litros	800
CIRCUITO	Circuito afecto	ILH RU 01

Pela análise às tabelas anteriores se depreende alguma incoerência no levantamento da informação, uma vez que para ambas as situações a aquisição de atributos é completamente distinta. No caso da tabela de Ecopontos o parâmetro das coordenadas é visível, enquanto na tabela de contentores tal não acontece. Porém, alguns dos campos para as referidas tabelas estão em branco, como se pode verificar pelo recorte das tabelas em Anexo E e F. A base de dados relativa ao sistema de recolha de RU, caracteriza apenas as especificidades das infra-estruturas de alocação não evidenciando as restantes partes envolvidas no sistema de gestão. Relativamente aos circuitos da recolha indiferenciada, apenas os identifica, não descrevendo os parâmetros adjacentes, como a equipa de recolha, locais visitados, veículo de recolha, equipa entre outros. Por outro lado na recolha selectiva, não existe qualquer referência ao circuito de recolha afecto. Por sua vez, a informação referente aos serviços de recolha de RU estão inseridos numa base de dados estática, no qual sempre que haja a necessidade de actualização da informação já existente é necessário novamente a edição da Geodatabase, onde encontra-se inserida também, a informação geográfica (edificado, ruas, subsecções), para posterior visualização em ArcMap. Todavia, a informação fornecida ao público-alvo apenas evidencia os locais de alocação para os diferentes resíduos, não divulgando alguns dos atributos de interesse para os utentes do serviço, como dias de recolha, horário etc.

## 5.2 PROJECTO DA ESTRUTURA DA BASE DE DADOS DA GESTÃO DE RECOLHA DE RU

A estrutura de uma base de dados é o ponto fulcral para o funcionamento eficiente e correcto da mesma. É através da estrutura definida que é possível (ou não) articular os vários tipos de informação necessária. Se a base de dados apresentar a estrutura correcta, a manipulação (inserção, pesquisa e todo o tipo de operações necessárias) da informação é mais rápida e eficiente.

O modelo de cadastro proposto para os RU possibilita o registo exhaustivo de todos os equipamentos e a sua localização espacial rigorosa, nomeadamente papelerias, contentores, ecopontos, ecocentros, etc. Para que facilmente se possam definir e otimizar percursos de recolha indiferenciada e selectiva dos resíduos urbanos, em função da quantidade produzida, dias da semana e caracterização dos recursos existentes para a recolha.

Esta solução permite assim a visualização da cartografia base; registo de equipamento de resíduos urbanos (tipos de dispositivos RU; tipos de resíduos; tipos de veículos); optimização de percursos da recolha de resíduos indiferenciados e diferenciados; emissão de relatórios; análise espacial; dispositivos de monitorização de meios.

### 5.2.1 TIPOLOGIA DE RESÍDUOS

Os vários tipos de resíduos urbanos foram considerados em sete naturezas ou tipologias de resíduos (RU) diferenciados, correspondendo a outros tantos modelos de contentores e processos de gestão específicos (fluxos) que exigem procedimentos e tecnologias de recolha/transporte/tratamento/disposição final apropriado. Relativamente à tipologia poderá ser representada graficamente por um ícone e/ ou cor diferente (ver Tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Representação do cadastro da tipologia de resíduos.

Tipologias de resíduos				
ID_Resíduos	Tipologias_de_Resíduos	Modelo de contentor	Cor	Ícone
RID	Resíduos indiferenciados (lixo doméstico)	RU_indiferenciado	Cinzento	Círculo
RIR	Resíduos indiferenciados (lixo de limpeza das ruas)	RU_papeleiras	Laranja	Círculo
RME	Materiais de embalagem	RU_embalão	Amarelo	Círculo
ROB	Orgânicos biodegradáveis (ROB)	RU_bioresíduos	Castanho	Círculo
RPC	Papel-cartão	RU_papelões	Azul	Círculo
RPL	Pilhas	RU_pilhões	Vermelho	Círculo
RVD	Vidro	RU_vidrões	Verde	Círculo
ROA	Óleos alimentares usados	RU_óleo	Laranja/Vermelho	Círculo

Estas tipologias estão de acordo com o pensamento e orientações que a matéria legal actualmente apresenta, nomeadamente em termos dos princípios e prioridades que preconiza. Algumas destas tipologias de resíduos, também conhecidas por fluxos,

possuem um modelo de gestão específico, nomeadamente através de sociedades gestoras no caso de modelos integrados (ex: Sociedade Ponto Verde é responsável pelos resíduos de embalagem).

Assim, em cada ecoponto pode existir mais do que uma tipologia de resíduos a ser recolhida, e por sua vez pode existir mais do que um contentor para uma determinada tipologia.

### 5.2.2 CADASTRO DE ECOPONTOS

O ecoponto (bloco) é um local geográfico, podendo apresentar várias tipologias de resíduos e variável número de contentores. Cada ecoponto deverá ser colocado sobre o eixo da via devendo ocorrer a sua intersecção (cruzar).

No terreno os contentores agrupam-se em ecopontos, que são os locais onde se pode encontrar um ou mais contentores, eventualmente de dimensões diferentes e recolhendo materiais de natureza diversa, independentemente do processo de tratamento subsequente. Assim, em cada ecoponto (local) poderá existir um número diverso de contentores bem como de várias tipologias de resíduos.

O lançamento de especificações para a tabela de atributos do ecoponto em SIG pode tirar partido dos sistemas de GPS com uma mera programação, ou, em alternativa, ser efectuado sobre uma aplicação SIG a partir do registo manual efectuado em carta topográfica ou a partir das coordenadas X e Y incluídas numa tabela Excel ou Access.

A lista de atributos a considerar para um ecoponto são seis e vêm apresentados na Tabela 5.4. O último parâmetro da tabela poderá ser gerado automaticamente a partir dos atributos referentes aos contentores que apresentam o mesmo "ID\_Referencia\_do\_local", através de uma consulta em Access, ou seja, agrupar os "ID\_Referencia\_do\_local" por ecoponto e contar os contentores por "ID\_Referencia\_do\_local". (Um recorte da tabela ecopontos pode ser visualizado no Anexo G).

Tabela 5.4 – Lista de atributos do cadastro de ecopontos.

Atributos do ecoponto	Modelo	Exemplo
ID_Referencia_do_local	Cod.DDCCFF;ID arruamento;no	01100100RB0435
Coordenadas_XX	Referencial GCS_Datum_73 (metros) <sup>1</sup>	-50675,77
Coordenadas_YY	Referencial GCS_Datum_73 (metros)	102135,24
Arruamento	Nome da Rua	Rua de Baixo
Altitude	Curva de nível (metros)	10
Freguesia	Nome da Freguesia	S. Salvador
Numero_contentores_local	(Através de consulta em Access)	5

<sup>1</sup> Esta escolha não sendo arbitrária, não constitui um vínculo futuro na escolha da tecnologia adjacente. Os factores que levaram à utilização deste sistema de coordenadas foi manter a veracidade da informação fornecida.

Para estabelecer o ID do local onde se encontra o ecoponto deve usar-se um conjunto de caracteres alfanuméricos, tais como: o código numérico DDCCFF, correspondente ao código de distrito (DD), concelho (CC) e freguesia (FF) de acordo com o Instituto Nacional de Estatística (INE), associado a mais quatro dígitos alfanuméricos para o arruamento ou código SOUNDEX baseado na fonética do nome, e por fim mais quatro dígitos respeitantes ao ecoponto. Eventualmente poderá ser possível reduzir o processo de digitalização de dados através de aplicações (ou macros) especificamente desenvolvidos para o efeito. Um de entre muitos problemas associado ao código alfanumérico é a utilização dos quatro dígitos segundo a fonética do nome devido à existência de imensas ruas em que as suas iniciais são iguais, o que dificulta a percepção da rua em questão. Em alguns dos casos a elaboração do código respeitante à rua consistia em menos do que os quatro dígitos alfanuméricos propostos, então nesses casos eram inseridos zeros à esquerda, de modo, a perfazer os quatros dígitos SOUNDEX para a identificação da rua.

O registo do ecoponto e seus atributos têm de ser previamente preenchido antes da colocação de um novo contentor nesse mesmo local. Assim, quando ocorrer a necessidade de colocação de um novo contentor o registo do ecoponto já deve ter sido efectuado.

### 5.2.3 CADASTRO DE CONTENTORES

Os conjuntos de informações que referem as especificações de cada tipo de resíduos (ou contentor ou bloco) são comuns a todos os tipos de resíduos: a cada tipo de resíduos está associado um símbolo gráfico (ícone) e um conjunto de atributos.

Os atributos propostos para cada contentor vêm indicados na Tabela 5.5 (Recorte da tabela ecopontos no Anexo H) e apresentam em comum o atributo ID\_Referência\_do\_local e a cor respeitante à tipologia que alocam. Não existem contentores fora de ecopontos. A cada contentor está associada uma determinada informação, nomeadamente as especificações relativas ao local, tipo de resíduos, frequência de recolha e limpeza e o respectivo ID\_contentor.

Tabela 5.5 – Lista de atributos do cadastro de cada contentor de resíduos existente num ecoponto.

Atributos do contentor	Modelo	Exemplo
ID_Referência_do_local	(ver Tabela 5.4)	01100300LM0204
ID_contentor	(ver chapa de inventário municipal)	CMI_CT0800-1667
ID_resíduos	Tipologia de resíduos) (Tabela 5.3)	ROB
Frequência_recolha/ semana	Ex: diária	7
Dias_da_recolha	Ex: 2ª, 4ª e 6ª feira	246
Frequência_limpeza/ mês	Ex: quinzenal	2

Sempre que existir a necessidade de colocação de um novo contentor num local já existente, basta preencher os atributos do contentor, sendo que anteriormente deve ter sido feito o preenchimento da Ficha Técnica respeitante a esse mesmo contentor. Porém,

se houver a necessidade de colocar um contentor num novo local é necessário que em primeira instância seja efectuado o preenchimento das especificações do ecoponto e, posteriormente, o do contentor. Em ambos os casos é necessário o preenchimento prévio dos atributos respeitantes à Ficha Técnica desse contentor.

A informação relativa às especificações dos contentores respeita as características de inventário, e, necessariamente, as características operacionais.

O ID\_contentor é um código único constituído pela entidade proprietária (Câmara Municipal de Ílhavo e/ou ERSUC e/ou SUMA), a capacidade total do equipamento e por fim os últimos quatro dígitos correspondem ao código do respectivo contentor, segundo as chapas do inventário municipal.

#### *5.2.4 FICHA TÉCNICA DOS CONTENTORES*

O agregado de informações que se refere a cada tipo de contentor depende da tipologia de resíduos que aloca, a respectiva capacidade, data, fabricante, aquisição e a propriedade do equipamento. Os atributos propostos para cada contentor localizado num local georeferenciado (Ecoponto) vêm mencionados na Tabela 5.6 (Recorte da tabela Ficha Técnica em Anexo I) e apresenta em comum o atributo ID\_contentor com a tabela de Contentores. Porém, não existe nenhum contentor que não possua o registo das suas especificidades previamente.

A responsabilidade do registo prévio do equipamento facultado à população na via pública é da responsabilidade da autarquia no caso da fracção indiferenciada, ao contrário da fracção selectiva que está ao cargo da entidade gestora.

Contudo, é crucial o cruzamento da informação entre a autarquia, a concessionária pela recolha dos indiferenciados e pela ERSUC respectivamente. Torna-se hoje em dia essencial o levantamento das especificidades das infra-estruturas existentes no território de forma coerente, de modo a minimizar problemas no futuro, ou seja, que todo o equipamento seja catalogado.

Mediante as necessidades do local a aquisição de novo material para posterior colocação deverá ser registado antecipadamente relativamente ao ecoponto. Num primeiro passo o levantamento das especificidades do equipamento adquirido seja por parte da autarquia ou da ERSUC, num segundo passo o do ecoponto se este ainda não existir e por fim do contentor. Visto que, toda a informação está interligada entre si.

Tabela 5.6 – Lista de atributos do cadastro de registo de contentores.

Atributos	Modelo	Exemplo
ID_contentor	Ver chapa do inventário municipal (ver Tabela 5.5)	CMI_CT0800-1300
Equipamento	Molok/Contentor PVC/Ecobox	Contentor de PVC
ID_residuos	Tipologia de resíduos (Tabela 5.3)	RID
Cor	Cinzento/ Amarelo/ Verde	Cinzento
Fabricante	Entidade produtora	
Capacidade_contentor	Litros	800
Aquisição_MMY	Mês e ano de entrada ao serviço	1002
Propriedade	Câmara Municipal de Ílhavo	CMI

### 5.2.5 TABELA OPERACIONAL/EXPLORAÇÃO

A tabela operacional é da responsabilidade dos operadores das infra-estruturas ao caso dos indiferenciados é da responsabilidade da SUMA ao contrário dos diferenciados que é da ERSUC. A SUMA também assume a responsabilidade da limpeza urbana, nomeadamente da limpeza dos respectivos contentores homologados.

A necessidade de interligar todas as partes num sistema de gestão de RU facilita a associação de diversos atributos de todas as partes intervenientes, a fim de avaliar e confrontar essas mesmas partes.

A cada contentor corresponde um conjunto de informações relativas à operação, nomeadamente data de despejo, limpeza, nível de enchimento, estado operacional, circuito e equipa de recolha (Tabela 5.7). Por conseguinte, o contentor tem de possuir uma identificação específica e única, e estar devidamente identificado no sistema para que ocorra um correcto registo da informação.

Idealmente o registo relativo à operação de cada contentor deveria ser efectuado automaticamente, através de sistemas de registo de memória no contentor que posteriormente enviasse por sinal para a central da base de dados.

A tabela proposta é uma mais-valia para o sistema, na medida em que, possui todo o histórico de um contentor segundo um período de tempo. A partir disso pode-se consultar os dados referentes à última limpeza versus último despejo entre outros.

Contudo, na proposta apresentada é necessário a implementação de um identificador electrónico nos contentores para o cálculo do nível de enchimento, paralelamente a isso é necessário um sistema de leitura na respectiva viatura de operação para o efeito. A viatura que efectua a recolha está equipada com um sistema de leitura dos referidos identificadores. O identificador electrónico será colocado num local protegido do respectivo contentor. O registo relativo à operação de cada contentor deveria ser efectuado automaticamente, mas numa primeira fase deverá ser preenchido manualmente.

Num projecto mais ambicioso, o identificador electrónico envia um sinal para a central quando o enchimento do contentor for superior a uma certa percentagem para que, num

futuro próximo através de programas apropriados calcule os circuitos consoante o nível de enchimento dos contentores, resultando, assim, na minimização de distâncias percorridas, custos e num equilíbrio do trabalho entre equipas (Fonte: Maiaambiente).

No entanto, a fase inicial poderá passar pela instalação nas viaturas de componentes que permitissem a pesagem de contentores, bem como a aquisição de dados. Assim sendo, para o seu devido funcionamento são necessários os seguintes componentes: célula de carga, módulo de controlo de balança e um computador de bordo (Fonte: Valorlis).

Ainda há muito trabalho a ser feito no sentido de melhorar os sistemas de gestão de RU, contudo há que estudar as várias alternativas e encontrar a solução mais adequada à situação em questão. Não esquecendo que, um dos passos fundamentais passa por quantificar os resíduos produzidos pelos diversos pontos de recolha.

Tabela 5.7 – Lista de atributos de operação de cada contentor.

Atributos	Modelo	Exemplo
ID_contentor	Ver chapa do inventário municipal (ver Tabela 5.5)	CMI_CT0800-1300
Data_despejo_DDMM	Dia e mês do último despejo	2210
Nivel_enchimento_volume	Percentagem de volume ocupado	70
Data_limpeza_DDMM	Dia e mês da última limpeza	1210
Estado_operacional	Bom/ Reparação/ Substituição	B
ID_circuito	(ver Tabela 5.8)	ILH01
ID_equipa de recolha	(ver Tabela 5.11)	MJP2010D

A partir da informação operacional, ou seja, aquela que resulta da execução do serviço de recolha, e que deverá incluir as quantidades depositadas nos contentores, eventualmente alocados aos municípios, deverá ser possível proceder à elaboração de facturas a pagar pelos municípios em função dos resíduos depositados (PAYT), mas também ao registo do serviço de recolha e outras possibilidades (ligadas a GPS, por exemplo) que o sistema de informação dinâmica das tabelas da base de dados possa permitir.

#### 5.2.6 CIRCUITOS DE RECOLHA

O processo de recolha dos RU é umas das etapas mais importantes num sistema de gestão de resíduos, visto que, os outros processos adjacentes estão dependentes do sistema de recolha usado. A recolha de RU é caracterizada por ser dispendiosa, vulnerável ao tráfego e com uma componente laboral intensa. Cada fluxo (tipologia) resíduo tem um modelo de recolha (gestão) próprio. Salienta-se que uma recolha eficiente e dinâmica depende de uma adequada separação dos diferentes tipos de resíduos e posterior recolha e transporte.

No caso de estudo, a recolha dos resíduos é realizada por duas entidades diferentes. Os resíduos indiferenciados são recolhidos pela empresa SUMA enquanto os resíduos diferenciados são da responsabilidade da ERSUC ou são depositados no ecocentro. No

último caso, os resíduos são transportados para a estação de triagem da ERSUC, no caso dos diferenciados pelos próprios enquanto os indiferenciados pela SUMA.

No Município de Ílhavo, no que diz respeito à recolha, encontra-se servido em toda a sua área geográfica com um sistema de recolha de RU. Por sua vez, nas localidades de maior incidência urbana a frequência de remoção de resíduos é de segunda a sábado. Porém, fora desses perímetros urbanos a recolha é trissemanal.

Os atributos (ver Tabela 5.8) para o circuito de recolha foram estruturados de forma a identificar todos os locais visitados, ou seja, pontos de recolha através do ID\_referencia\_do\_local onde estão afectos a um ou mais contentores para diferentes tipologias. Todavia, o circuito em questão tem agregado um ID\_residuos e assim, pode pertencer ao circuito de diferenciados ou de indiferenciados. Associado a toda esta informação é necessária a matrícula do veículo (ID\_veiculos), a respectiva equipa e a data de operação. O mesmo circuito pode ser efectuado sempre com o mesmo veículo ou em certas situações pode alterar (como em caso de avaria), o mesmo se aplica à equipa de recolha. Actualmente as rotas estão predefinidas conforme meio urbano ou não, segundo uma recolha por pontos semanal ou trissemanal, através de freguesias.

É fundamental a sistematização da informação relativa à localização dos contentores, dias de recolha em cada ponto e definição clara dos circuitos.

A tabela proposta para os circuitos de recolha já dispõe das condições (campos de registo) possíveis para melhorias no futuro, ou seja, já possui variáveis que neste momento são introduzidas manualmente, mas na implementação de ferramentas específicas podem ser preenchidas automaticamente através de software (aplicações) apropriados para o efeito (como por exemplo o nível de enchimento). Numa fase inicial os circuitos são estáticos e não variam consoante o nível de enchimento do contentor e/ou massa de resíduos depositada.

Tabela 5.8 – Lista de atributos do circuito de recolha.

Atributos	Modelo	Exemplo
ID_circuito	Circuito afecto	ILH01
ID_residuos	(ver Tabela 5.3)	RID
ID_referencia_do_local	(ver Tabela 5.4)	CMI_CT0800-1300
Data_DDMM	Dia da recolha	1002
Horario_laboral	Nocturno/Diurno	Diurno
ID_veiculos	Matricula do veículo	59-11-IV
Km_percorridos	Somatório das distâncias percorridas	110km
ID_equipa_de_recolha	(ver Tabela 5.11)	MJP2010D

No seguimento da elaboração de circuitos de recolha é essencial o cadastro de veículos operacionais para a função, uma vez que para o mesmo circuito, o veículo pode ser variável, devido a diversos factores, como avarias, ida à inspecção, acidentes, etc. Assim, a tabela proposta para o cadastro de veículos assenta nas especificações características, como a matrícula, marca, modelo e o dia de entrada ao serviço, entre outros.



Tabela 5.9 – Lista de atributos do cadastro de veículos.

Atributos	Modelo	Exemplo
ID_veiculos	Matricula do veículo	59-11-IV
Matricula_veiculoMMAA	00-00-00MMAA	59-11-IV2208
Entrada_ao_serviço	DDMMAA	101205
Marca	xxxxx	Dongfeng
Modelo	xxxxx	EQ5141G

A tabela operacional dos veículos é da responsabilidade dos operadores. Nos indiferenciados, a concessão é da responsabilidade da SUMA, ao contrário dos diferenciados, que estão ao cargo da ERSUC.

Na Tabela 5.10 são apresentados os atributos para a operacionalização dos veículos de recolha, no qual, agregam toda a informação diária adjacente ao circuito de recolha, especificando o espaço temporal da sua execução, a sequência do percurso efectuado, a quantidade de resíduos recolhidos por local de despejo e por fim a equipa de exploração do serviço.

Tabela 5.10 – Lista de atributos da tabela operacional dos veículos.

Atributos	Modelo	Exemplo
ID_veiculos	Matricula do veículo	59-11-IV
ID_circuito	Circuito afecto	ILH01
Locais_visitados	Enumerar ID_referencia_local	CMI_CT0800-1300
Total_residuos_recolhidos	Massa	50kg
ID_residuos	(ver Tabela 5.3)	RID
ID_equipa_de_recolha	(ver Tabela 5.11)	MJP2010D
Data_DDMM	Dia da recolha	1002
Horario_inicio	mmhh	08:10
Horario_fim	mmhh	14:10

A tabela seguinte é respeitante à equipa de recolha, onde é definido um ID\_equipa\_de\_recolha, no qual o código é a agregação dos atributos dos operadores e data de laboração. Por sua vez, este ID\_equipa\_de\_recolha está associado à tabela de especificações do circuito de recolha. Como já foi referido anteriormente, para o mesmo circuito a tripulação pode ser variável.

Tabela 5.11 – Lista de atributos da equipa de recolha.

Atributos	Modelo	Exemplo
ID_equipa_de_recolha	Equipa operadora	MJP2010D
ID_Operadores_de_recolha	Manuel, João, Pedro	MJP
Chefe_equipa	Primeiro e último nome	Manuel Miranda
Turno	Nocturno/ Diurno	Diurno
Data_inicio (mmHHDDMM)	Início da laboração	00062010
Data_fim (mmHHDDMM)	Fim da laboração	00122010

As tabelas anteriores (Tabela 5.8, Tabela 5.9, Tabela 5.10, Tabela 5.11) são da responsabilidade das entidades gestoras e responsáveis pela colecta dos diferentes fluxos de materiais. Assim, é necessário o cruzamento desta informação com as restantes partes do sistema de gestão. A interligação da informação vai facilitar em larga escala a tomada de decisões para melhorias no sistema de gestão e para que este se torne sustentável.

Tabela 5.12 – Lista de atributos dos operadores.

Atributos	Modelo	Exemplo
Nome	Primeiro e último nome	Jorge Costa
Horário de laboração	Nocturno/ Diurno	Diurno
Função	Condutor/ Técnico de limpeza urbana/cantoneiro	Condutor
Operação	RU/ RIB/ ROB	RU
Chefe de equipa	Sim/ não	Não
Contrato	Efectivo/ Temporário	Efectivo
ID_Operadores_de_recolha	Manuel, João, Pedro	MJP
Salario_mensal	Remuneração mensal	530 euros

A insuficiente informação dos operadores inerentes às diversas partes dos modelos de gestão são uma realidade dos dias de hoje. Adicionalmente, o sistema pode incorporar outras funcionalidades, como o registo das especificidades dos trabalhadores inerentes ao sistema de gestão nomeadamente, da recolha e limpeza na via pública (Tabela 5.12).

A combinação das três tabelas anteriores torna o sistema suficientemente flexível e modular, de forma a ser facilmente adaptável às mais diversas solicitações. Procura-se descrever as componentes operacionais ligadas à execução dos circuitos de recolha da fracção indiferenciada e diferenciada.

### 5.3 ESPECIFICAÇÕES DO SISTEMA DA BASE DE DADOS

O objectivo do sistema da base de dados, tendo por base as tabelas atrás apresentadas e como se depreende do respectivo conteúdo, é a de estabelecer relações entre elas, mas também proporcionar a respectiva actualização a partir da informação operacional, da edição a partir de formulários, avaliação do desempenho sob a forma de indicadores (quantidade recolhida), etc.

A finalidade do sistema da base de dados em Access aplicado aos RU tem o intuito de ser utilizada em ambiente SIG. Essa base de dados consiste no modelo de cadastro descrito anteriormente o que proporcionou a elaboração de um modelo relacional. O modelo relacional foi sucessivamente desenvolvido, a partir de um modelo anterior mais rudimentar no qual simplesmente consistia no modelo de cadastro de contentores, ecopontos e tipologias de resíduos (Matos *et al.*, 2006). Durante a evolução do modelo, para o qual havia um conjunto limitado de atributos, foi necessário acrescentar funções e modificar conteúdos. O modelo relacional está visualizado na Figura 5.5.

O interesse da aplicação do Access reside no facto de: ao ser uma base de dados em forma de tabelas permite estabelecer relações, entre essas tabelas que facilita inquirir os dados (ou até desenvolver um procedimento de inquirição) e ainda formulários que facilitam ao preenchimento e/ou gestão operacional das diferentes tabelas.

A simplicidade da base de dados servirá para um planeamento adequado da gestão de RU, permitindo estabelecer relações com outras variáveis e servir como uma ferramenta de suporte para a tomada de decisões. A informação recolhida, relativa às infra-estruturas dos resíduos diferenciados e indiferenciados, foi armazenada num sistema de gestão de base de dados. Então elaborou-se uma base de dados relacional (ver Figura 5.5), na medida em que, torna mais funcionais as operações de introdução, edição, consulta e exportação de dados. Esta base de dados inclui a informação recolhida durante o programa de levantamento da informação relativa aos contentores de PVC/Molok e os respectivos ecopontos respeitantes à recolha selectiva. As bases de dados relacionais armazenam toda a informação em tabelas, em que, uma ou mais colunas são o índice da tabela, nomeadamente a chave pela qual a informação é procurada quando necessária.

### 5.3.1 *MODELO RELACIONAL*

A base de dados relacional foi estabelecida segundo o modelo de cadastro proposto para as diferentes partes do modelo de gestão, só assim foi possível estabelecer relações entre tabelas, efectuar consultas e relatórios sobre parte da informação dessas mesmas tabelas, e por fim criar formulários para a edição de dados para as tabelas mais importantes como é o caso da tabela Ecopontos e Ficha Técnica.

Na base de dados criada apenas existe duas das formas de relação entre as tabelas, nomeadamente um-para-um (1:1) e um-para-muitos (1:N). O Microsoft Access cria uma relação de um-para-muitos se apenas umas das tabelas relacionadas for a chave primária ou se tiver um índice exclusivo, sendo esta a relação mais usual neste tipo de aplicações, caso o campo de ligação entre ambas as tabelas for uma chave primária ou índices exclusivos estabelece uma relação de um-para-um.

.



De seguida descreve-se as relações entre as tabelas:

- ✓ Uma relação de um-para-um (1:1): Neste tipo de relação, cada registo na tabela Circuitos de Recolha só pode ter um registo correspondente na tabela Operacional de Veículos e cada registo na tabela Operacional de Veículos só pode ter um registo na tabela Circuitos.
- ✓ Uma relação de um-para-muitos (1:N): Um ecoponto pode conter vários contentores e fazer parte de vários circuitos de recolha, dependendo dos resíduos recolhidos, um registo da tabela Ecopontos pode ter muitos registos na Tabela Contentores e Circuitos de Recolha, mas um registo na tabela Contentores tem apenas um registo na correspondente tabela Ecopontos. De igual modo na tabela Ficha Técnica existe um registo para um ou mais registos na tabela de Contentores e Operacional correspondente. Para a tabela Equipa de Recolha existe um registo para muitos registos na tabela Operacional e Circuitos de Recolha. Um registo a tabela Tipologia de Resíduos está para um ou mais registos na tabela Ficha Técnica. O circuito de recolha só recolhe uma tipologia de resíduos. Na tabela Operacional de Veículos para o mesmo circuito o veículo de operação pode ser variável, logo para um registo na tabela Cadastro de Veículos pode corresponder a muitos registos na tabela Operacional de Veículos. A mesma equipa de recolha pode fazer os diferentes circuitos, logo um registo da tabela Equipa de recolha está para muitos registos da tabela Circuitos. De igual modo os operadores podem ser variáveis para a equipa de recolha, assim é estabelecida a relação de 1:N. Por fim, na tabela Operacional de Veículos corresponde apenas a um dos fluxos identificados na tabela Tipologia de Resíduos.

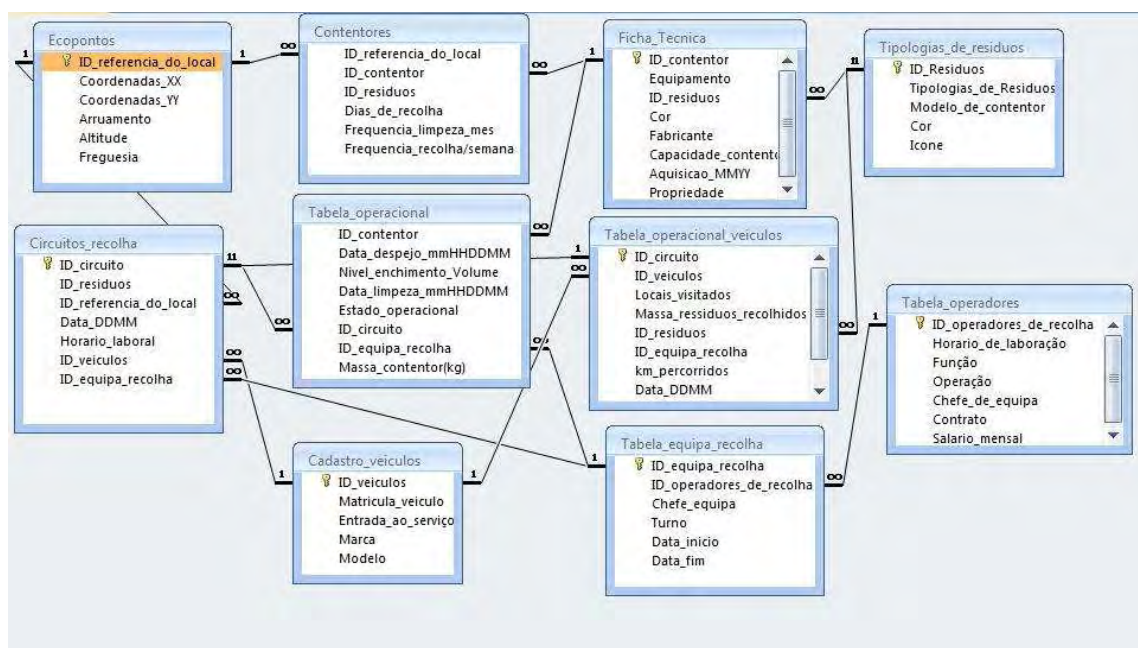


Figura 5.6 – Estrutura da base de dados relacional evidenciando as chaves primárias.

As relações referidas anteriormente comparam os dados correspondentes existentes nos campos chave, normalmente um campo com o mesmo nome em ambas as tabelas. Na maioria dos casos, este campo corresponde a uma chave primária de uma tabela, que fornece o identificador exclusivo para cada registo, e uma chave externa na outra tabela.

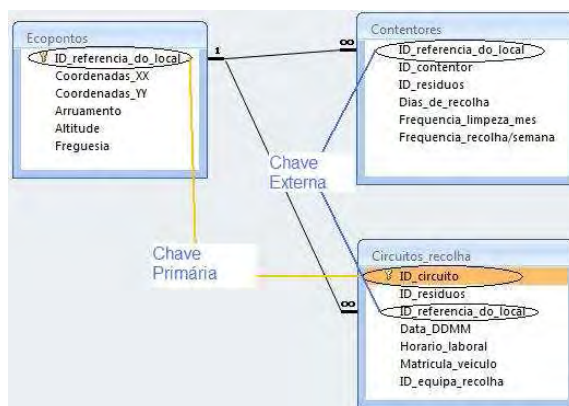


Figura 5.7 – Exemplo das chaves primárias e externas.

Esta estrutura foi criada de forma a permitir uma fácil integração em ambiente SIG, sendo a relação realizada através da tabela “Ficha Técnica”, o que possibilita cruzar de forma expedita diferentes tipos de informação. Cada tabela tem predefinido um código que é usado para designar os locais (pontos) dos ecopontos, permitindo que este atributo tenha representação espacial. A representação dos ecopontos ocorre devido aos atributos de coordenadas referentes a X e Y. Desta forma é possível representar espacialmente os ecopontos e verificar em ambiente SIG, a possível relação entre os locais de deposição para os diferentes resíduos e a análise com a ocupação do solo, e por consequência avaliar se os equipamentos são suficientes para a zona envolvente.

As tabelas estão relacionadas entre si através da chave primária, nalguns dos casos a relação é estabelecida e interligada através de colunas de pesquisa, o que facilita a introdução de novos dados. Desse modo, a adição de novos registos a tabelas (linhas) é mais fácil e simples através de formulários para o efeito.

### 5.3.2 FORMULÁRIOS

Os formulários possibilitam visualizar e editar os dados, pois é possível criar alguns que contenham dados pertencentes a mais do que de uma tabela, como por exemplo o formulário Ecopontos (ver Figura 5.8).

The screenshot displays the Microsoft Access interface for a database named 'BaseDadosCMB - Cópia - Base de Dados (Formato de ficheiro do Access 2002 - 2003)'. The main form, 'Formulário\_Ecopontos', is titled 'Ecopontos' and contains the following fields:

- ID\_Referencia\_do\_local: 0110010080415
- Coordenadas\_XX: -51435,36
- Coordenadas\_YY: 102914,70
- Armamento: Rua de Baixo
- Altitude: (empty)

Below these fields is a subform titled 'Contenedores' which displays a table with the following columns:

ID_contendor	ID_residuos	Dias_de_recolha	Frequencia_limpeza_mes
CMI_CT0800-1201	RID		
Total			

The subform includes navigation controls at the bottom, showing 'Registo: 1 de 1' and a search bar.

Figura 5.8 – Formulário de Ecopontos e subformulário de Contentores.

No formulário “Ecopontos” ao navegar pelos diversos registos tem-se sempre associado o registo de cada contentor no respectivo ecoponto, ou seja, como a informação entre as tabelas está relacionada o formulário mantém essa mesma relação. O subformulário agregado ao formulário “Ecoponto” no campo “ID\_contendor” é uma coluna de pesquisa referente aos valores contidos no campo “ID\_contendor” da tabela “Ficha Técnica” tornando mais rápido e eficiente a introdução de novos registos, e por sua vez esse valor deve ter sido introduzido previamente no formulário “Ficha Técnica”.

Contudo, o formulário respectivo à “Ficha Técnica” (ver Figura 5.9) diz somente respeito à tabela da “Ficha Técnica”. O formulário tem por finalidade a introdução de novos registos referentes a novos contentores adquiridos pelo sistema de gestão, tornando assim mais simples a introdução de novos dados, onde os registos introduzidos no formulário são automaticamente preenchidos na tabela respectiva. No respectivo formulário, o atributo “ID\_residuos” é uma coluna de pesquisa interligada com a tabela Tipologia de Resíduos o que permite, por exemplo, a minimizar o tempo despendido no preenchimento da mesma, devido à relação entre esses campos nas tabelas.



The screenshot shows the Microsoft Access application window titled 'Base de Dados CMI - Cópia - Base de Dados (Formato de ficheiro do Access 2002 - 2003)'. The 'Formulario\_Ecopontos' and 'Formulario\_Ficha\_Tecnica' tabs are visible. The 'Ficha\_Tecnica' form is active, displaying a vertical list of fields on the left: ID\_contentor, Equipamento, ID\_residuo, Cor, Fabricante, Capacidade\_contentor, Aquisicao\_MMY, and Propriedade. The 'ID\_contentor' field is filled with the text 'MI CT0750-00011'. The 'Equipamento' field is filled with 'Ecoponto'. The 'ID\_residuo' field has a dropdown menu showing 'RME'. The 'Cor' field is filled with 'Amarelo'. The 'Capacidade\_contentor' field is filled with '750'. The 'Aquisicao\_MMY' and 'Propriedade' fields are empty. The status bar at the bottom indicates 'Registos: 1 de 1799' and 'Sem Filtro'.

Figura 5.9 – Formulário da Ficha Técnica.

### 5.3.3 CONSULTAS ÀS TABELAS

Através de consultas, as parcelas de informação contidas na base de dados, estas podem ser exibidas, alteradas, analisadas e organizadas. Uma consulta permite, por exemplo, apresentar uma listagem de cada contentor por ecoponto, ou em alguns dos casos, o último despejo durante um determinado período para um determinado contentor (ver Figura 5.10).

The screenshot shows the Microsoft Access application window titled 'Base de Dados CMI - Cópia - Base de Dados (Formato de ficheiro do Access 2002 - 2003)'. The 'Consultas' tab is active, showing the 'Consulta\_ultimo' query. The query is based on the 'Tabela\_Operacional' table. The fields included in the query are: ID\_contentor, Data\_despejo\_mmmddmm, Nivel\_enchimento\_Volume, Data\_limpeza\_mmmddmm, Estado\_operacional, ID\_circuito, and ID\_equipa\_recicla. The query results are displayed in a table with columns for these fields. The table has a header row and several data rows. The 'ID\_contentor' column is highlighted in blue. The 'Data\_despejo\_mmmddmm' column is highlighted in yellow. The 'Nivel\_enchimento\_Volume' column is highlighted in green. The 'Data\_limpeza\_mmmddmm' column is highlighted in red. The 'Estado\_operacional' column is highlighted in purple. The 'ID\_circuito' column is highlighted in brown. The 'ID\_equipa\_recicla' column is highlighted in pink.

Figura 5.10 – Consulta referente à Tabela Operacional relativa ao último despejo, limpeza e nível de enchimento.



Efectuaram-se muitas consultas às tabelas evidenciadas na Figura 5.5, de modo a tomar conhecimento do número de contentores por ecoponto (local) (Anexo J), o número de contentores por rua (Anexo K), bem como o número de contentores por local segundo a rua (Anexo L), e por fim o número de contentores segundo a tipologia de resíduos (ver Tabela 5.13).

Tabela 5.13 – Tabela com o número de contentores por tipologia de resíduos.

Número de contentores	ID_Residuos
1512	RID
96	RME
96	RPC
96	RVD

Existe um grande número de consultas que podem ser efectuadas em ambiente Access, de modo a devolver diferentes partes de informação, em alguns dos casos parte de informação de uma só tabela, e noutros a informação é proveniente mais do que de uma tabela.

Outra possibilidade é a devolução da informação referente ao número de contentores segundo a capacidade, resultante da consulta efectuada à tabela “Ficha Técnica” e de “Contentores” (ver Tabela 5.14), ou seja, à tabela de registo de propriedade segundo os contentores localizados num ecoponto.

Tabela 5.14 – Tabela do número total de contentores segundo a capacidade.

Capacidade_contendor	Número de contentores
750	290
800	848
1100	626
5000	36

A Tabela 5.15 resulta do agregar de parte da informação proveniente da tabela “Contentores” e “Ecopontos”, através da tabela de Ecopontos agrupa-se segundo a freguesia, e conta-se o número de contentores segundo o ID\_contendor existente na tabela de Contentores.

Tabela 5.15 – Tabela do número de contentores por freguesia.

Freguesia	Número de contentores
Gafanha da Encarnação	307
Gafanha da Nazaré	648
Gafanha do Carmo	65
S. Salvador	780

A Tabela 5.4 resulta também da consulta à tabela “Ecopontos”, ou seja, agrupa-se novamente por freguesia, pelo ID\_residuos da tabela “Ficha Técnica”, e por fim conta-se o número de contentores segundo a tabela de “Contentores” através da especificação ID\_contentor. Relativamente à Tabela 5.17 a consulta é efectuada de forma similar à Tabela 5.16, mas associa-se mais um parâmetro, nomeadamente o atributo da capacidade de cada contentor através da tabela de registo (Tabela “Ficha Técnica”).

Tabela 5.16 – Tabela do número de contentores segundo a tipologia.

Freguesia	ID_residuos	Número de contentores
Gafanha da Encarnação	RID	277
Gafanha da Encarnação	RME	10
Gafanha da Encarnação	RPC	10
Gafanha da Encarnação	RVD	10
Gafanha da Nazaré	RID	537
Gafanha da Nazaré	RME	37
Gafanha da Nazaré	RPC	37
Gafanha da Nazaré	RVD	37
Gafanha do Carmo	RID	59
Gafanha do Carmo	RME	2
Gafanha do Carmo	RPC	2
Gafanha do Carmo	RVD	2
S. Salvador	RID	639
S. Salvador	RME	47
S. Salvador	RPC	47
S. Salvador	RVD	47

Tabela 5.17 – Tabela do número de contentores por freguesia segundo a capacidade e tipologia.

Freguesia	ID_residuos	Número de contentores	Capacidade_contentor
Gafanha da Encarnação	RID	157	800
Gafanha da Encarnação	RID	112	1100
Gafanha da Encarnação	RID	8	5000
Gafanha da Encarnação	RME	10	750
Gafanha da Encarnação	RPC	10	750
Gafanha da Encarnação	RVD	10	750
Gafanha da Nazaré	RID	265	800
Gafanha da Nazaré	RID	268	1100
Gafanha da Nazaré	RID	4	5000
Gafanha da Nazaré	RME	37	750
Gafanha da Nazaré	RPC	37	750
Gafanha da Nazaré	RVD	37	750
Gafanha do Carmo	RID	30	800
Gafanha do Carmo	RID	29	1100
Gafanha do Carmo	RME	2	750
Gafanha do Carmo	RPC	2	750
Gafanha do Carmo	RVD	2	750
S. Salvador	RID	2	750
S. Salvador	RID	396	800
S. Salvador	RID	217	1100
S. Salvador	RID	24	5000
S. Salvador	RME	47	750
S. Salvador	RPC	47	750
S. Salvador	RVD	47	750

#### 5.4 LIGAÇÃO ENTRE BASE DE DADOS (ACCESS) E SIG

De modo a melhorar a tomada de decisões de planeamento e gestão urbana desenvolveu-se uma base de dados. Os SIG aplicados aos sistemas de gestão de RU deverão proporcionar um repositório digital, centralizado e padrão, para a criação, administração e distribuição dos dados espaciais e atributos necessários para as tarefas e operações dos vários intervenientes do sistema. Usando este sistema irá proporcionar uma maior eficiência operacional, limitar a redundância das tarefas e melhorar a comunicação interdepartamental, porque todas as entidades envolvidas irão trabalhar a partir de uma base de dados comum. O desafio que se nos colocava era então o desenvolvimento de uma arquitectura o mais aberta possível às diferentes fontes de informação, de fácil manuseamento, com capacidade de ser actualizado no tempo, fácil interpretação pelos diferentes agentes do estudo e posterior divulgação.

Adquirir todos os dados para a base de dados é muitas das vezes um processo demorado e custoso.

O sistema foi subdividido em dois grandes blocos, nomeadamente o bloco referente à informação cartográfica, e o segundo bloco à informação alfanumérica. Parte da informação que constitui a Base de Dados é estática, a qual está armazenada numa Geodatabase. Contudo a restante informação é actualizada diariamente, ou mais frequentemente, estando inserida em Access (exemplo: histórico de contentores ou lista de contratos).

Relativamente, à inserção dos dados na base de dados (ver Figura 5.11) teve-se em consideração as mais importantes tarefas da componente geográfica, assim identificaram-se as Feature Class de dados mais cruciais para a inclusão no sistema.

- Cadastro da Rede Viária
- Cadastro do Edificado
- Cadastro das Subsecções Estatísticas

Estas Feature Class são armazenadas e mantidas pelo sistema. Para além da componente espacial dos dados, cada Feature Class também contém os atributos descritivos. Estes atributos foram identificados e articulados durante a fase de desenho conceptual deste projecto.

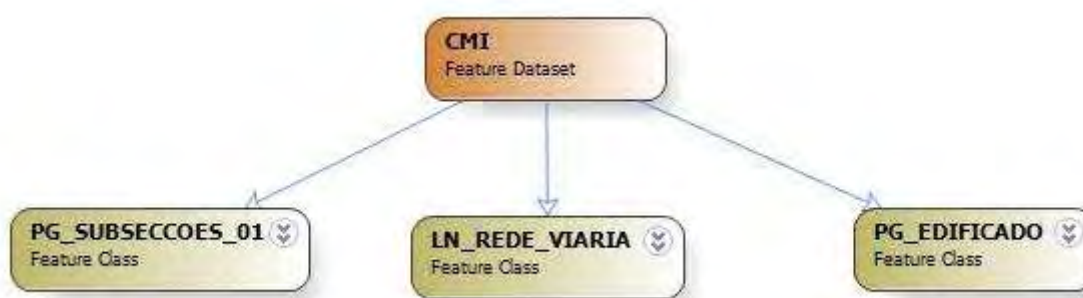


Figura 5.11 – Representação esquemática da Base de Dados SIG no ArcGIS Diagrammer.

O trabalho inicia-se com a construção da base de dados no formato Access para a informação relativa a todas as partes intervenientes no sistema de gestão de RU. A utilização de SIG (ArcMap) como ferramenta auxiliar ao modelo proposto, agilizou e em parte resolveu a transferência entre os dois sistemas de informação sem criar obstáculos à difusão de toda a informação.

Estes atributos são mantidos em estruturas do tipo tabelar que distinguem o tipo de informação, e que posteriormente podem ser relacionadas entre si. Em particular, a redução de redundâncias e inconsistências que surgem normalmente em sistemas que envolvem elevado número de dados.

A informação cartográfica do Município de Ílhavo foi importada para uma Geodatabase (CMI) (Figura 5.11), no qual agrupa três Feature Class que são tabelas que armazenam

os dados espaciais na Feature Dataset (CMI). Em paralelo, foram também importadas as tabelas de dados criadas em Access respeitantes às partes intervenientes no modelo de gestão (informação alfanumérica), através da conectividade entre os subsistemas. A informação alfanumérica, de natureza cadastral e descritiva, foi elaborada no âmbito do proposto sistema, sendo estruturada em sete grupos fundamentais: Tipologias\_de\_resíduos, Tabela\_Operacional, Ficha\_Técnica, Contentores, ecopontos, Circuitos\_recolha, Tabela\_equipa\_recolha e TB\_INDIVIDUOS\_01 respectivamente.

A vantagem da aplicação da Geodatabase (informação cartográfica) ao caso de estudo incide preferencialmente no armazenamento centralizado dos dados espaciais, atributos e sua respectiva validação. Também a facilidade, a rapidez do carregamento dos dados e a capacidade de personalização são vantagens desta aplicação.

De seguida descreve-se de uma forma sucinta as componentes ligadas ao SIG, e em Access explicitando o processo de relacionamento entre as duas plataformas:

- Cria-se uma ligação OCDB à base de dados em Access (CMI\_recolha);
- Estabelece-se uma ligação DDE através de uma OLE connection efectuada em ambiente ArcCatalog para a base de dados com a ligação OCDB.

Em SIG (ArcMap) visualiza-se a informação cadastral recolhida para o sistema de gestão da recolha de RU adicionando o ficheiro “CMI\_recolha” que se encontra na Database Connection (após a criação das ligações descritas anteriormente). E em simultâneo a importação da File Geodatabase (CMI) referente à informação cartográfica do município.

O sistema, tal como foi idealizado, segue um modelo híbrido em que os dois tipos de informação (gráfica e alfanumérica) são mantidos e geridos por entidades diferentes que comunicam entre si sempre que necessário.

Em suma, a experiência do projecto colocou em evidência a necessidade de dispor de um SIG, que harmonizados permitam de uma forma expedita definir uma análise comparativa das características territoriais particulares do município dos distintos sistemas de recolha.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sucesso de um modelo de sistemas de gestão de resíduos urbanos depende não só das melhorias inerentes ao sistema operacional e cadastro, mas também da sua divulgação ao público-alvo desse modelo.

### 6.1 Os SIG APLICADOS À RECOLHA

Nas figuras seguintes apresenta-se a sobreposição da informação das Feature Class PG\_Edificado, PG\_Subsecções01, Ecopontos e Rede Viária e informação alfanumérica associada.

A recolha de RU integra a recolha indiferenciada e a recolha selectiva, operações distintas a partir das quais os resíduos seguem diferentes caminhos, desde a deposição até ao seu tratamento e destino final.

#### 6.1.1 ECOPONTOS

Os ecopontos são denominados por locais geográficos onde pode existir um ou mais contentores, de igual ou diferente tipologia de resíduos.



Figura 6.1 – Mapa de localização dos Ecopontos.

A figura anterior ilustra o número de locais georeferenciados de alocação de contentores distribuído pelo concelho em estudo.

De modo a identificar o ecoponto em questão, basta clicar em cima do ícone com a ferramenta Identify em ambiente SIG, onde devolve numa janela todos os atributos de ecoponto em questão (ver a Figura 6.2).

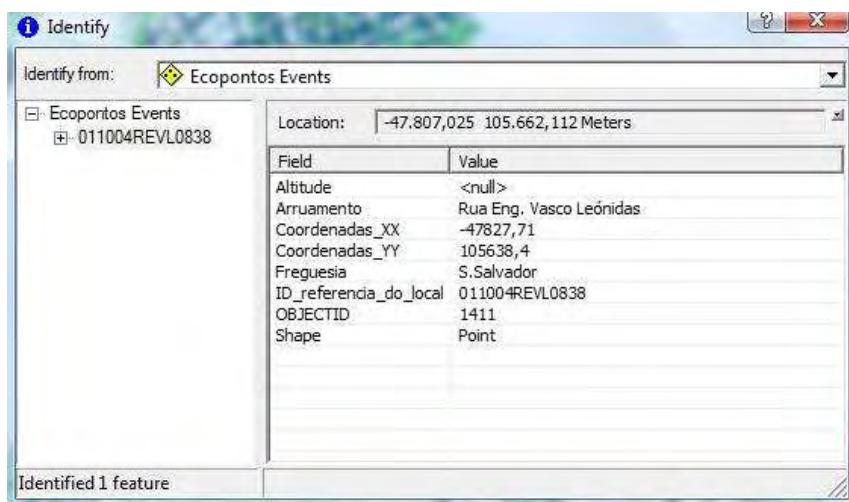


Figura 6.2 – Janela Identify da Feature Class Ecoponto com os atributos respectivos.

Através da especificação ID\_referencia\_do\_local realizou-se um relate, com a finalidade de aquando da identificação do ecoponto, fosse também devolvido as especificações dos contentores associados a esse código (ver Figura 6.3).

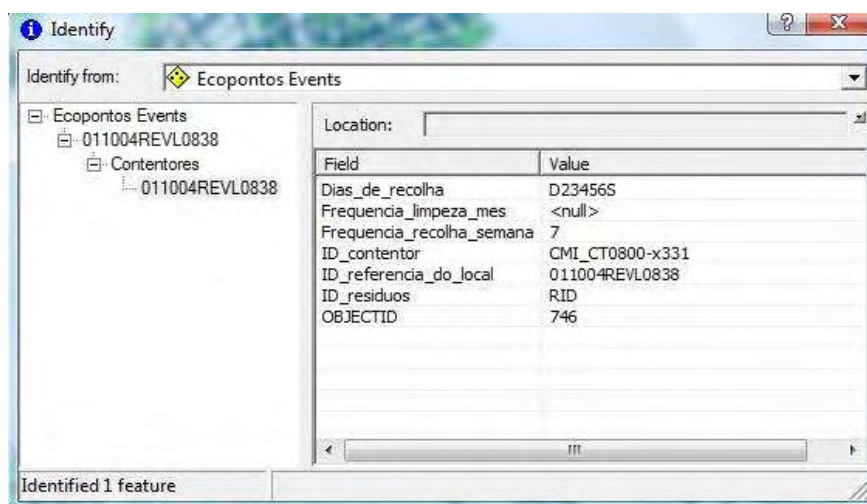


Figura 6.3 - Janela Identify da Feature Class Contendor mostrando os atributos do contendor num ecoponto.

### 6.1.2 CONTENTORES

A Figura 6.4 refere-se à localização geográfica dos contentores, segundo a sua tipologia, no território do concelho de Ílhavo. Ao longo de vários anos de aplicação de um sistema



de gestão de RU, verifica-se ainda alguma incoerência em termos de cobertura espacial. É notória a elevada densidade de contentores referentes à recolha indiferenciada, junto às aglomerações da população e uma cobertura de contentores da recolha selectiva relativamente baixa, comparativamente aos contentores indiferenciados. Os mapas das figuras seguintes mostram os contentores para resíduos diferenciados e os contentores para resíduos indiferenciados.



Figura 6.4 – Mapa com contentores para as diferentes tipologias de resíduos.



Figura 6.5 – Mapa com os contentores da recolha selectiva.



O número de contentores de materiais diferenciados é muito inferior ao número de contentores de material indiferenciado, onde se constata o baixo grau de separação de materiais segundo a fileira de embalagens, cartão e vidro.



Figura 6.6 - Mapa com os contentores da recolha indiferenciada.

Pela análise da Figura 6.6, verifica-se o elevado número de contentores indiferenciados junto ao edificado, ou seja, junto às residências da população. Devido à sua elevada densidade em torno das residências não se percebe em completo as edificações.

Em ambos os mapas é possível verificar uma maior tendência do sistema em implementar as infra-estruturas na via pública a fim de servir os utentes.

### 6.1.3 *CIRCUITOS DE RECOLHA*

De seguida representa-se os circuitos predefinidos pelo Município de Ílhavo.

Pela análise à Figura 6.7 verifica-se que os circuitos elaborados pelo Município de Ílhavo regem-se fundamentalmente por freguesia, contudo existe um circuito específico para os Molok distribuídos pelo concelho. Os circuitos evidenciados na figura assentam nos dados facultados pela Câmara de Ílhavo onde os circuitos são estáticos, não variando com o nível de enchimento dos contentores. A frequência de recolha por circuito alterna entre as zonas urbanas e não urbanas, no caso de S. Salvador, por exemplo, ocorre 6 dias por semana (excepto ao domingo) e fora desse perímetro urbano é trissemanal.

O mapa da Figura 6.8 ilustra a localização das infra-estruturas do sistema de gestão de resíduos urbanos no qual engloba um Ecocentro, e um Aterro. No Aterro também se localiza a Central de Triagem (dos resíduos recolhidos).



Figura 6.7 – Mapa do concelho ilustrando os diferentes circuitos para o sistema de recolha indiferenciada.

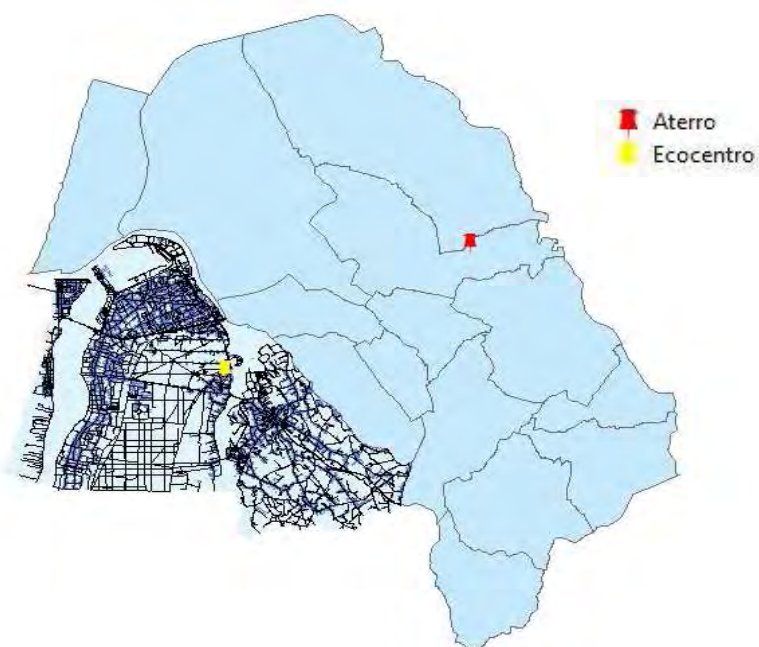


Figura 6.8 – Mapa de localização das infra-estruturas de valorização e eliminação.

Os resíduos urbanos (RU) são depositados em contentores para serem recolhidos pelos serviços públicos e transportados directamente para as instalações do Aterro Multimunicipal de Aveiro.

Os veículos que procedem à recolha dos RU indiferenciados estão sediados na zona industrial da Taboeira (SUMA). A recolha selectiva está a cargo da ERSUC que tem a respectiva sede em Taboeira, Aveiro, como garagem e local de chegada e partida dos resíduos e veículos de recolha.

Tendo por base novamente os dados de referência do Município de Ílhavo (para o ano 2006) sabe-se que a distância entre o concelho e o aterro é de 16 km, logo ao fim de um ano ronda 16176km percorridos (mantendo os pressupostos admitidos anteriormente) para a recolha indiferenciada (concessionária – SUMA). Para a recolha selectiva os valores são diferentes, variando consoante o material reciclável recolhido. Em média as viaturas da ERSUC têm de percorrer 42,7 km para recolher uma tonelada de resíduos recicláveis. Garantindo os pressupostos (ano 2006) no que diz respeito ao transporte, este varia conforme o material reciclável recolhido 10,6 km no caso do vidro, 39,1 km no caso do papel e cartão e 81,6 km para as embalagens respectivamente (ver anexo A).

A distância total de recolha para a reciclagem foi de 1218 km para o ano 2006 (dado fornecido pela Câmara de Ílhavo).

A divulgação do sistema de gestão previsto permitirá a definição de estratégias de gestão, tais como planos de acção de curto prazo para evitar a deposição na sua maioria em contentores indiferenciados e elaborar medidas, em que a deposição multimaterial seja efectuada em contentores da recolha selectiva.

## **6.2 APLICAÇÕES CRUZADAS ENTRE AS BASES DE DADOS: ANÁLISE DA OCUPAÇÃO DO SOLO**

A informação estatística é cada vez mais considerada como um elemento indispensável à tomada de decisões a todos os níveis. Constitui uma das bases essenciais para a gestão moderna e assume, cada vez mais, uma importância estratégica no desenvolvimento económico e social das sociedades. A questão da utilização da informação estatística oficial assume assim particular importância na actualidade dada a evolução acentuada, quer da procura da informação quer das tecnologias utilizadas (na recolha, análise e difusão), praticadas nos últimos anos.

A utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que possibilitam o tratamento e análise espacial da informação e apresentam enormes potencialidades informativas, é cada vez maior a sua divulgação, o que permite alargar o âmbito do sistema de informação tradicional de forma a ser utilizada pelo grande público. O principal objectivo é analisar sob diversos aspectos as potencialidades da utilização dos SIG como apoio na recolha, análise e difusão da informação e em particular de informação estatística oficial.

É importante focar aspectos mais relevantes das potencialidades da informação, a disponibilizar pelo INE, dos Censos 2001 associadas à possibilidade da sua georeferenciação, para que permita uma evolução, ao ponto dos SIG poderem funcionar

como um canal de apoio a todo o processo de produção e difusão de informação estatística e possam reforçar o papel do INE como um dos principais produtores de informação georeferenciada.

A actual estrutura gráfica do SIG tem uma base poligonal que representa a geografia das subsecções, perfeitamente hierarquizada, e cuja unidade mínima de representação é a subsecção estatística, a partir da qual é possível construir qualquer representação (definida pelo utilizador) de nível hierárquico superior.

Para cada unidade básica ou subsecção existe um registo correspondente numa tabela, que é o resultado da agregação de todos os registos individuais associado a uma variável, grupo de variáveis ou cruzamento de variáveis. A chave da tabela é dada pelo código de subsecção estatística de 11 dígitos, os primeiros 6 referentes à divisão administrativa (distrito, concelho e freguesia) e os 5 restantes à identificação estatística (secção e subsecção).

Para além da chave existem outros campos úteis para a construção de geografias mais generalizadas do território nacional e que são, na sua maior parte, redundantes (por exemplo, código de secção e código de freguesia).

Esta estrutura permite a representação e sumário de todos os níveis geográficos possíveis, para qualquer zona do país, de acordo com as seguintes unidades: subsecção estatística, secção estatística, freguesia, concelho, agrupamento de concelhos, região ou qualquer conjugação das anteriores, designadamente a constituição dos lugares a partir da agregação das respectivas subsecções.

A única tabela (Tabela de Subsecções 01), neste momento associada ao SIG, contém apenas códigos de identificação de unidades geográficas. Optou-se por um número relativamente elevado de identificadores, de modo a facilitar o relacionamento desta tabela com as tabelas que constituem a base de dados alfanumérica dos dados recolhidos durante a operação censitária (Tabela de indivíduos 01).

A base de dados deverá ter a capacidade de poder produzir sumários por variável (legíveis pelo SIG), pelo menos ao nível da subsecção estatística.



Figura 6.9 – Representação esquemática do código das secções e subsecções.

Através de um atributo comum à tabela de indivíduos e da Feature Class PG\_Subsecções01, nomeadamente o código da subsecção (segundo o representado na Figura 6.9), efectuou-se um join à PG\_Subsecções01 de modo a associar a informação das duas tabelas de atributos.

Na Figura 6.10 é apresentado a sobreposição da informação das Feature Class PG\_Edificado, PG\_Subsecções01, Ecopontos e Rede Viária na qual é evidenciado a área das subsecções estatísticas, segundo um intervalo de valores.

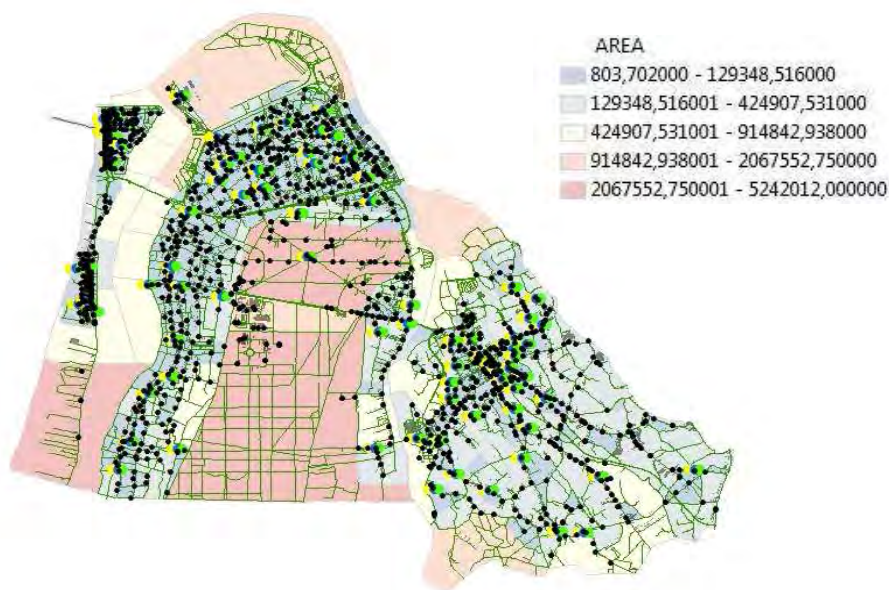


Figura 6.10 – Mapa da área das subsecções e os respectivos contentores para as diferentes tipologias.

Conforme mencionado anteriormente foi efectuado um join, o que torna possível calcular a densidade populacional para cada subsecção estatística segundo o atributo da área e a população residente<sup>22</sup> dessa mesma unidade geográfica.

<sup>22</sup> Entende-se por população residente os “indivíduos que, independentemente de no momento censitário – zero horas do dia 12 de Março de 2001 – estarem presentes ou ausentes numa determinada unidade de alojamento, aí habitavam a maior parte do ano com a família ou detinham a totalidade ou a maior parte dos seus haveres”, in Censos 2001 – Resultados Definitivos, Lisboa, Instituto Nacional de Estatística.



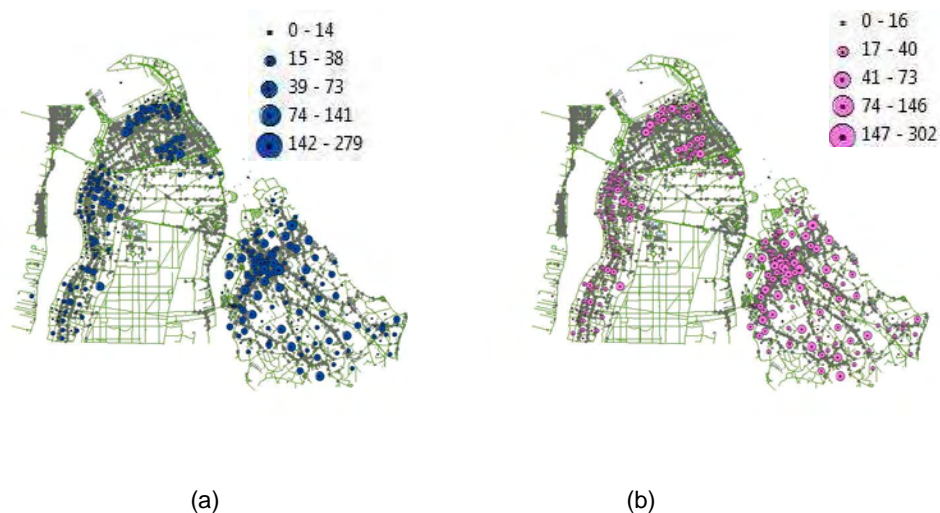


Figura 6.11 - (a) Mapa do total de homens residentes no concelho; (b) Mapa do total de mulheres residentes no concelho.

### 6.2.1 DENSIDADE POPULACIONAL POR UNIDADE GEOGRÁFICA

De seguida, apresenta-se a janela de cálculo para a densidade populacional:

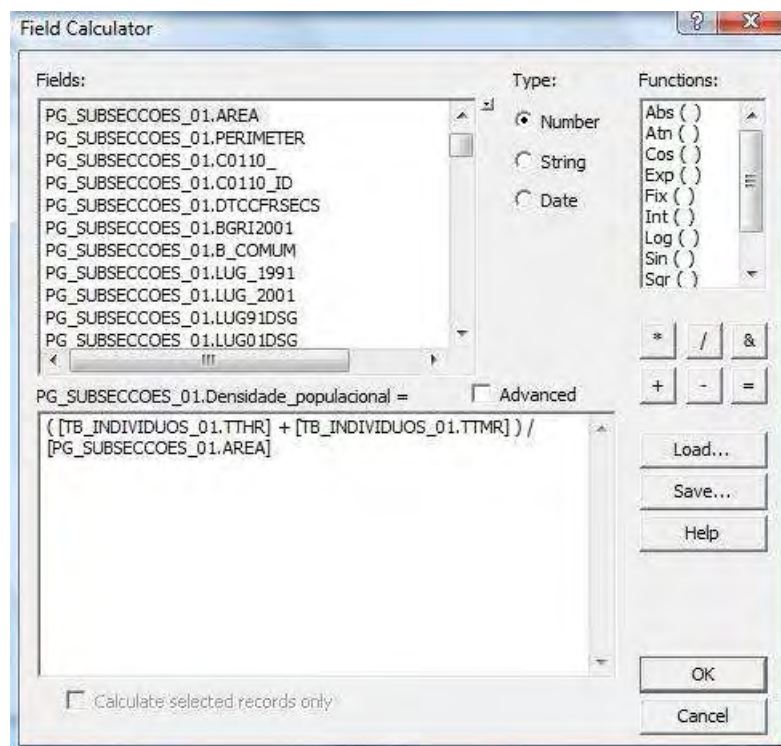


Figura 6.12 – Janela de cálculo para a densidade populacional.

Salienta-se na Figura 6.13, a representação da densidade populacional segundo uma escala de valores, conforme as diferentes tipologias de resíduos. No entanto, pode-se constatar pelo mapa a existência de valores nulos, ou seja, as áreas representadas a branco. Este facto torna-se controverso na zona da Praia da Barra e da Costa Nova, no qual, existe um elevado número de contentores para as diferentes tipologias de resíduos e “ausência de população residente”. Devido talvez a ser uma zona balnear, onde a maior concentração da população se encontra nos meses de Verão, e talvez ao facto de os dados da população serem relativamente antigos. A zona em questão desenvolveu-se nos últimos anos, por isso existe uma discrepância da população e do cadastro de contentores.



Figura 6.13 – Mapa da densidade populacional e os respectivos contentores para diferentes tipologias.

Para proceder a uma melhor visualização da variável densidade populacional, os dados foram classificados por círculos consoante intervalos de valores para os mesmos. Este conjunto facilita uma melhor interpretação e relação da densidade populacional com o número de contentores por zona.

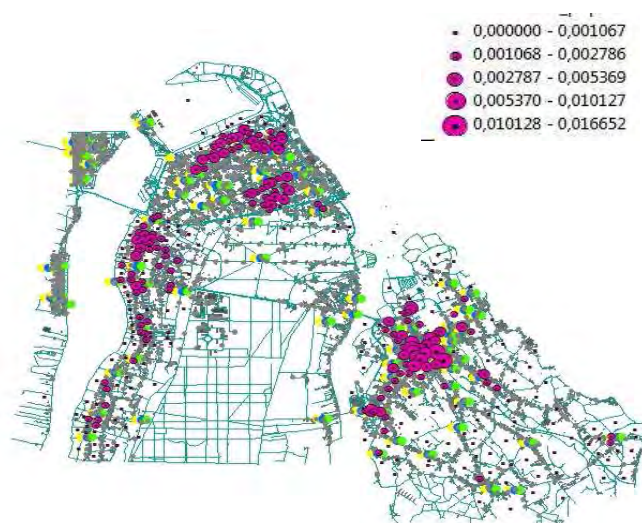


Figura 6.14 – Mapa da densidade populacional e os respectivos contentores para diferentes tipologias.



Figura 6.15 - Mapa das freguesias do concelho.

Esta análise foca-se na relação do número de contentores por zona, onde se salienta uma elevada densidade de contentores indiferenciados e diferenciados nas zonas de maior densidade populacional. Porém, demonstra que o serviço de contentorização é proporcional de um modo geral à população residente existente no local.

A Figura 6.15 retrata as freguesias do concelho, a rede viária e o cadastro do edificado. Verifica-se que o maior aglomerado de edificações encontra-se em S. Salvador (011004), em seguida da Gafanha da Nazaré (011003), depois Gafanha da Encarnação (011002), e por fim Gafanha do Carmo (011001).





Figura 6.16 - Mapa das freguesias do concelho e os respectivos contentores para diferentes tipologias.

Pela análise da Figura 6.16 pode verificar-se que a maioria dos contentores para as diversas tipologias de resíduos se encontra nas zonas de maior densidade de edificado, segundo as freguesias do concelho.

Posteriormente, sobrepõe-se à informação do mapa da Figura 6.16 à densidade populacional.



Figura 6.17 - Mapa das freguesias do concelho e os respectivos contentores para diferentes tipologias e densidade populacional.

Transversalmente ao que foi referido anteriormente ressalva-se a subsistência de maior número de infra-estruturas quer da recolha selectiva bem como da diferenciada na zona de S. Salvador, e em menor numero na freguesia Gafanha do Carmo.

A Figura 6.18 (a) contempla a sobreposição da informação geográfica e a correspondente informação alfanumérica da densidade populacional onde se depreende o elevado aglomerado de contentores (Figura 6.18 (b)) em redor das zonas de maior concentração da população residente.

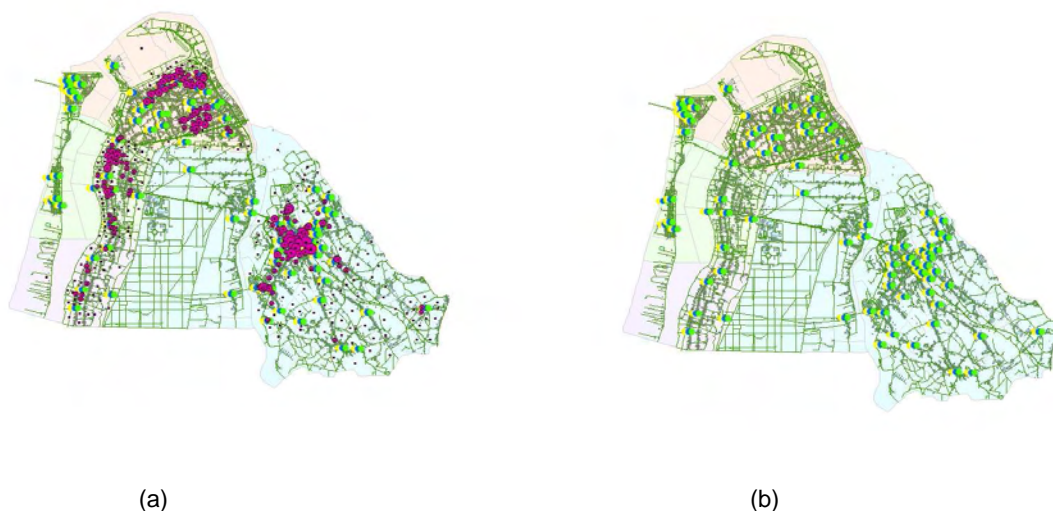


Figura 6.18 – (a) Mapa das freguesias com a densidade populacional e contentores da recolha selectiva; (b) Mapa das freguesias e contentores da recolha selectiva.



Figura 6.19 - (a) Mapa das freguesias com a densidade populacional e contentores da recolha indiferenciada; (b) Mapa das freguesias e contentores da recolha indiferenciada.

Na Figura 6.19 sustenta o que foi mencionado anteriormente, o elevado número de infra-estruturas de alocação para resíduos indiferenciados, em torno principalmente das zonas de elevada densidade populacional. Porém, a abundância dessas infra-estruturas é

extremamente superior aos contentores de recolha selectiva o que possibilita entender que há uma inconformidade com os objectivos e metas a ser atingidos, segundo algumas estratégias de resíduos a nível nacional e internacional.

### 6.2.2 DENSIDADE DE CONTENTORES POR UNIDADE GEOGRÁFICA

Em resultado da densidade populacional tornou-se possível determinar o número de contentores por quadrícula geográfica, ou seja, vai elucidar o número efectivo de contentores por essa mesma área. De igual forma calculou-se a densidade de contentores para a recolha selectiva e indiferenciada.

A figura seguinte explica o cálculo de contentores indiferenciados por unidade básica.

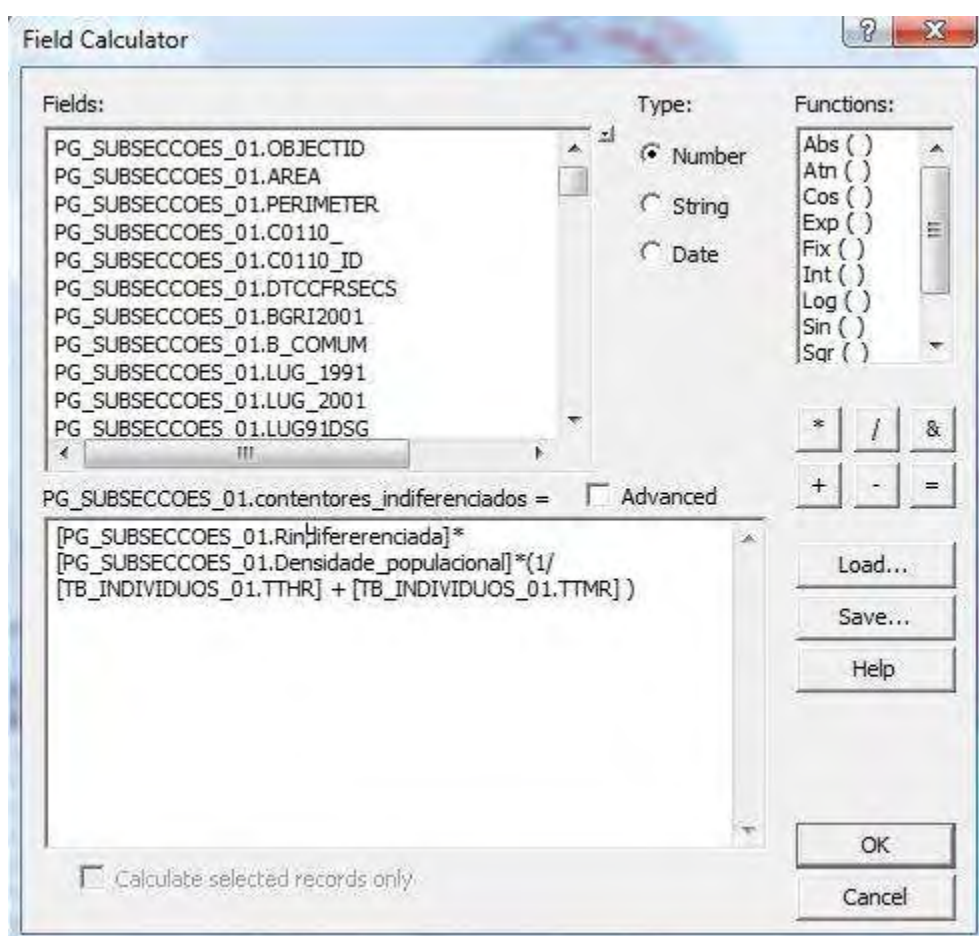


Figura 6.20 - Janela de cálculo para a densidade de contentores indiferenciados.

O cálculo da densidade de infra-estruturas para os dois sistemas de recolha indiferenciada e selectiva baseou-se no número de contentores por unidade estatística, a respectiva densidade populacional e a população residente. Em produto desta operação obteve-se o número de contentores por unidade geográfica, ou seja, número de contentores por metro quadrado.



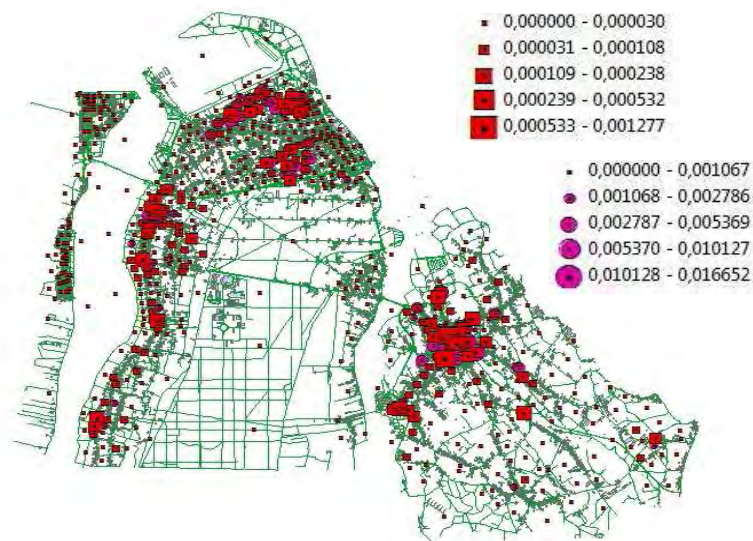


Figura 6.21 - Mapa da densidade populacional e densidade de contentores indiferenciados.

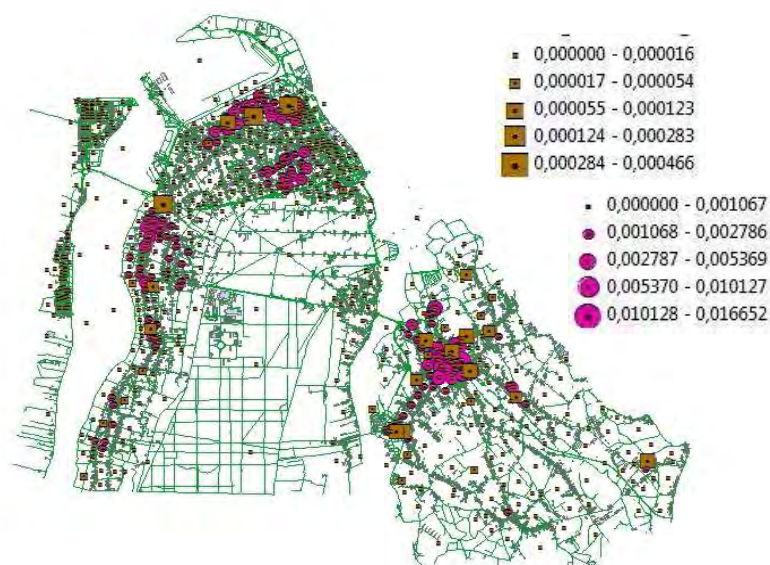


Figura 6.22 - Mapa da densidade populacional e densidade de contentores diferenciados.

Como se pode averiguar através das figuras anteriores a maior densidade de contentores encontra-se nas zonas de superior densidade populacional, de onde se depreende a correlação de ambas as variáveis. No entanto, a densidade de contentores indiferenciados é extremamente mais elevada que a densidade de contentores da recolha selectiva.

Os valores mais elevados para as ambas densidades, nomeadamente populacional e de contentores encontra-se essencialmente em S. Salvador e Gafanha da Nazaré.

Através da análise da Figura 6.21 e Figura 6.22 verifica-se que o elevado número de contentores por metro quadrado se encontra junto às edificações, conforme o que seria de esperar.

A ocupação do solo a nível de população residente e de infra-estruturas de alocação estão na sua maioria nas regiões de maior concentração habitacional.

### 6.2.3 DENSIDADE DE POPULACIONAL POR FREGUESIA

Posteriormente avalia-se a ocupação do solo por freguesia, através da população residente resultado dos Censos 2001, do qual procede-se ao cálculo da densidade populacional (Anexo L).

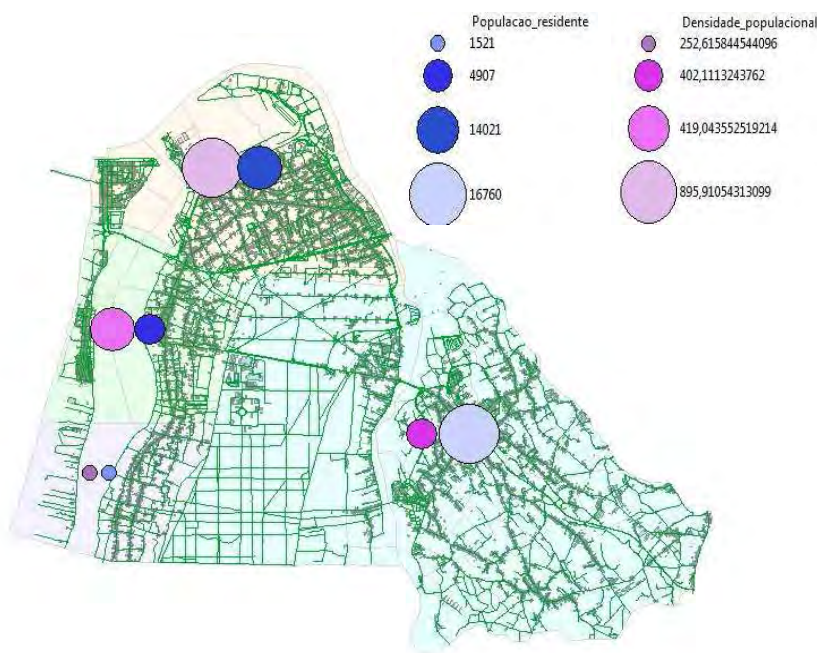


Figura 6.23 – Mapa da densidade populacional e população residente por freguesia.

A Figura 6.23 representa a distribuição demográfica da população residente por freguesia, e a respectiva densidade populacional. Como se verifica S. Salvador (sede do concelho) apresenta elevado número de população residente, mas baixo índice de densidade populacional devido à sua extensa área geográfica. Por sua vez, Gafanha da Nazaré apresenta uma população residente inferior mas uma elevada densidade populacional. Contudo, na época balnear nas praias da Barra e Costa Nova o número de habitantes efectivos, atinge o valor de 50000 habitantes, denominados por população não residente (Fonte: [www.cm-ilhavp.pt](http://www.cm-ilhavp.pt)). Por fim, a Gafanha da Encarnação é a penúltima em matéria de população e a segunda em densidade populacional, ao contrário da Gafanha

do Carmo que apresenta um reduzido número de habitantes efectivos e densidade populacional.

#### 6.2.4 DENSIDADE DE CONTENTORES POR HABITANTE POR FREGUESIA

De seguida avalia-se o número de contentores por habitante do serviço de gestão da recolha para os dois sistemas, nomeadamente selectiva e indiferenciada.

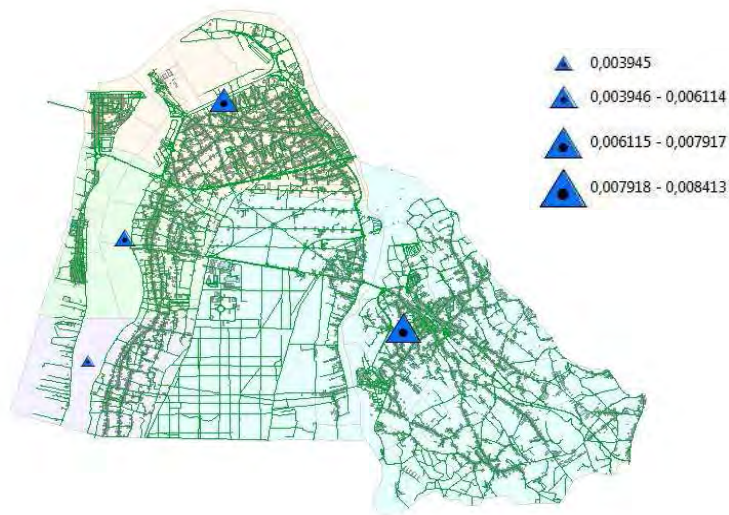


Figura 6.24 – Mapa do número de contentores da recolha selectiva por habitante segundo a freguesia.



Figura 6.25 - Mapa do número de contentores da recolha indiferenciada por habitante segundo a freguesia.



Através da análise do número de contentores por habitante servido para os dois fluxos de materiais, nomeadamente indiferenciados e diferenciados os dois cenários obtidos são completamente distintos. No primeiro caso (ver Figura 6.24), o número de infra-estruturas de alocação para o material diferenciado segundo a população servida pelo sistema de gestão é superior em S. Salvador, depois Gafanha da Nazaré, Gafanha da Encarnação, e por fim Gafanha do Carmo. Tal não se verifica para os resíduos indiferenciados (ver Figura 6.25), uma vez que a maior concentração de contentores encontra-se na Gafanha da Encarnação, Gafanha do Carmo, Gafanha da Nazaré, e em último a sede do concelho. Contudo, os valores obtidos para a densidade de contentores por habitante são bastante similares no caso dos indiferenciados e mais díspares nos diferenciados.

Salienta-se alguma incongruência nos dados, por um lado onde existe elevado número de contentores indiferenciados o número de contentores diferenciados é inferior, o que predomina o conceito da eliminação e não o da valorização, por outro lado os contentores para as diferentes tipologias não estão de acordo com a densidade populacional das freguesias do concelho.

#### 6.2.5 DENSIDADE DE CONTENTORES POR $\text{KM}^2$

De seguida procede-se à avaliação e análise do número de contentores por quilómetro quadrado ( $\text{km}^2$ ) segundo a freguesia, de modo a verificar a relação do número de contentores por a respectiva área de intervenção do sistema de gestão da recolha dos RU.



Figura 6.26 – Mapa do número de contentores da recolha selectiva por área ( $\text{km}^2$ ) segundo freguesia.

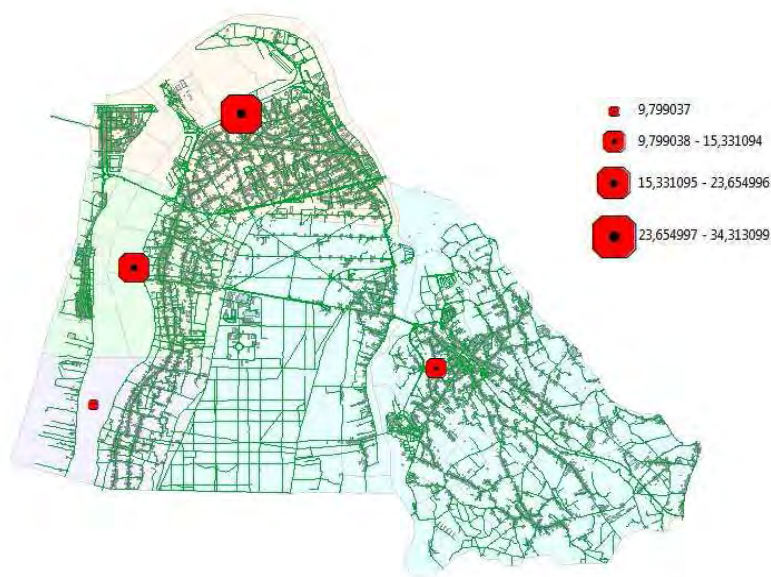


Figura 6.27 - Mapa do número de contentores da recolha indiferenciada por área (km<sup>2</sup>) segundo freguesia.

Pela análise da Figura 6.26 e Figura 6.27 é possível comprovar a existência de maior número de contentores da recolha indiferenciada e selectiva por área (km<sup>2</sup>) na Gafanha da Nazaré. Porém, a Gafanha o Carmo é a Freguesia do Concelho com menor número de contentores por km<sup>2</sup> para as diferentes tipologias de resíduos. A Gafanha da Encarnação apresenta maior número de contentores indiferenciados comparativamente a S. Salvador, em contrapartida o número de contentores da recolha selectiva em S. Salvador é superior à Gafanha da Encarnação. Daí se depreende que a dispersão das infra-estruturas a nível espacial pelo concelho não estabelece qualquer relação de proporcionalidade entre a recolha selectiva e indiferenciada, a título de exemplo em S. Salvador existe aproximadamente 15 contentores diferenciados por 3 de material diferenciado por km<sup>2</sup>.



## **7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES**

A crescente evolução da economia, o cumprimento de objectivos nacionais e comunitários, o desenvolvimento de novos projectos nacionais e internacionais, a vontade e a necessidade de acesso a novas tecnologias, ao acompanhamento de tendências, à antecipação de oportunidades, ou a redução de riscos e ameaças, são alguns dos factores demonstrativos da necessidade crescente em utilizar informação. Em particular, a informação georeferenciada constitui uma das formas que possibilita e mais potencia o desenvolvimento e a melhoria do desempenho social, económico e ambiental, ou seja o desenvolvimento sustentável.

A elaboração desta dissertação vem ao encontro desta temática, propondo-se um novo modelo de organização para a gestão municipal de resíduos urbanos.

### **7.1 OS MODELOS DE GESTÃO**

#### *7.1.1 O MODELO ACTUAL*

O modelo de recolha de resíduos urbanos vigente no município de Ílhavo é caracterizado pela deposição dos resíduos em infra-estruturas colocadas na via pública, de modo a servir a população. A recolha selectiva existente no município em estudo é da responsabilidade da empresa ERSUC, a qual é concessionária da recolha selectiva, mediante ecopontos distribuídos pelo concelho. A recolha dos resíduos indiferenciados é da responsabilidade da empresa SUMA, a qual os entrega no aterro multimunicipal de Aveiro que é operada pela empresa ERSUC

Neste âmbito verifica-se uma falta de interligação e cooperação das diversas partes intervenientes na gestão de RU, e nomeadamente a inexistência de uma base de dados que resuma todo o processo inerente à gestão dos resíduos indiferenciados e diferenciados. O registo existente mostrou ser muito incompleto e incapaz de responder às exigências de um modelo de gestão adequado.

A análise da informação mostrou falta de especificações relativas ao cadastro da rede viária, a indefinição das equipas de recolha e um rudimentar conjunto de atributos referente aos contentores e ecopontos.

#### *7.1.2 O NOVO MODELO DE GESTÃO INTEGRADA*

O modelo proposto tem por base uma visão integrada de todo o processo de recolha, em que as partes intervenientes (operadores, utentes do serviço, etc.) num sistema de gestão de RU de forma a partilhar a informação, mantendo a base de dados sempre actualizada e não de uma forma estática. Neste âmbito foi desenvolvido um sistema de uma base de dados usando o software Access suportando a edição e a relação de toda a

informação, que posteriormente pode ser utilizada em ambiente SIG. A base de dados desenvolvida possui um conjunto de atributos tendo em conta as exigências de melhoria que são esperadas no âmbito da legislação comunitária. O novo modelo assenta na cooperação entre as entidades de recolha das diversas fracções de resíduos e a sua posterior edição, a fim da base de dados se encontrar sempre actualizada.

O novo modelo assenta no conceito de ecoponto, ou seja, um local devidamente georeferenciado, onde se localizam um ou mais contentores para uma ou mais tipologias de resíduos, identificado de acordo com um modelo de referência para a localização dos contentores na via pública. Este modelo inclui um conjunto de tabelas onde são efectuadas os registos de operação diária, a partir das quais é possível a avaliação do serviço prestado.

Nesse âmbito o novo modelo propõe a divulgação da base de dados de modo a terem acesso a todas especificações relativas à frequência de recolha/ limpeza, aos dias de remoção entre outros.

## **7.2 ANÁLISE COMPARADA DOS MODELOS DE GESTÃO**

O primeiro passo, na elaboração de um novo modelo de gestão, consistiu da aplicação de uma análise SWOT, o que possibilita a identificação das falhas e potencialidades, permitindo uma percepção/ interpretação mais clara para a elaboração das etapas seguintes.

Neste trabalho, utilizaram-se ferramentas como Access e SIG que permitiram e facilitaram a elaboração de melhorias ao sistema de gestão actual.

No “modelo actual” que retrata o município de Ílhavo, os resíduos indiferenciados recolhidos são enviados para o aterro multimunicipal, enquanto os resíduos recolhidos de forma diferenciada são enviados para a estação de triagem para posterior reciclagem material e os refugos são enviados para aterro. O “modelo actual” apresenta a localização das infra-estruturas de alocação na via pública para os resíduos diferenciados e indiferenciados, mas a ausência dos dias de recolha, frequência de remoção e de limpeza na página Web (página da CMI). Em paralelo, o nome das ruas não é coerente o que dificulta a pesquisa da informação na página disponível ao público. Essa página também não contém a localização das infra-estruturas do modelo em vigor, ou seja, do Ecocentro, Aterro e Central de Triagem.

No âmbito da localização ainda existe muita informação que não foi georeferenciada e trabalhada e é, portanto, notória a ausência de especificações para diversas infra-estruturas do sistema de gestão, nomeadamente das papelarias, resíduos biodegradáveis, pilhas, rede viária, etc.

“O novo modelo”, apresentado neste trabalho, considera e agrega na mesma base de dados as diferentes partes do sistema de gestão, englobando um número finito de atributos para essas mesmas partes, tendo em conta, as possíveis melhorias futuras ao modelo em vigor. Este modelo cria um novo conceito que se reveste num local georeferenciado, no qual pode ter associado um ou mais contentores para diferentes

tipologias de resíduos. A classificação e representação desses resíduos são efectuadas mediante os diversos fluxos de materiais e rege-se pela tabela Tipologia de Resíduos.

A Base de Dados criada denomina-se por Base de Dados relacional, pois todas as tabelas estão relacionadas entre si através de chaves primárias. Esta relação permite um melhor desempenho, facilita a edição de dados e torna possível a criação de join e relates em ambiente SIG.

A utilização deste tipo de software possibilita a avaliação dos dados, relacionando a informação geográfica com informação alfanumérica, relacionada apenas por um único campo comum. Assim, foi possível efectuar a análise da ocupação do solo, estabelecendo a relação do número de residentes por unidade básica, valores dos quais divulgados pelo INE relativos aos Censos 2001. Analisando a matriz urbana com os valores obtidos para densidade populacional, constata-se que na sua maioria os valores encontrados estão nas zonas de maior concentração de edificado.

Por outro lado, também foi possível calcular a densidade de contentores (número de contentores por quadricula geográfica) e verificar a sua relação com a ocupação do solo. Notando-se então, que os contentores se encontram fundamentalmente nas zonas de maior densidade populacional, e consequentemente nas áreas de maior urbanismo.

Em contrapartida, o número de contentores para a recolha indiferenciada é substancialmente mais elevada do que a selectiva, o que mostra que os pressupostos de estratégias a nível nacional e internacional, no âmbito da valorização, recuperação e redução da fonte dos resíduos indiferenciados ainda se encontra por fazer.

Neste contexto, procedeu-se à análise da ocupação do solo por freguesia do concelho, de acordo com os resultados obtidos e dado a configuração geográfica das unidades de contentores, conclui-se que, a cobertura de contentores indiferenciados é substancialmente mais elevada que os da selectiva. Uma vez que, por cada quilometro quadrado existem dez contentores indiferenciados por um de recolha selectiva, no caso da Gafanha do Carmo. Na Gafanha do Nazaré existem sete contentores diferenciados para trinta e quatro indiferenciados, em S. Salvador três contentores diferenciados por quinze indiferenciados, e por último Gafanha da Encarnação três diferenciados por vinte e quatro indiferenciados.

Ao nível da cobertura de contentores por habitante servido do sistema de gestão de RU verifica-se que, existe uma maior extensão de contentores de resíduos indiferenciados comparativamente aos resíduos diferenciados, ao fluxo do vidro (vidrão), papel/ cartão (papelão) e embalagens (embalão), respectivamente. Tomando como referência a densidade populacional (número de habitantes por km<sup>2</sup>) por freguesia, releva-se que a maior concentração de contentores não ocorre nas zonas de maior densidade populacional.

Assim, o sistema de gestão actual não potencia a valorização e dinamização da recolha selectiva, prevalecendo nos dias de hoje a eliminação via aterro. Ao nível da recolha selectiva torna-se essencial a expansão da rede de contentores instalados no município, de modo a aumentar a cobertura no terreno, potenciando, juntamente com as acções de sensibilização e educação ambiental das populações, um crescimento das quantidades de materiais recicláveis recolhidos. A eficiência deste aumento será garantida através da

divulgação por um sistema informático (SIG) de apoio à decisão, com a georeferenciação dos contentores e o controlo das suas produções.

Na elaboração da base de dados a informação de suporte teve em conta os objectivos pretendidos neste trabalho e especial cuidado na informação a ser discriminada como a desagregação espacial (freguesia, município, sistema de gestão, país), temporal (dia, mês ou ano) e por fluxos (indiferenciados, orgânicos, diferenciados).

A base de dados criada para o sistema de recolha de RU assenta em alguns indicadores de gestão, nomeadamente a população a servir, a massa de resíduos gerados por fileira e/ou contentor, o número de quilómetros percorridos por cada veículo por circuito, etc. Assim a percepção de indicadores de gestão, contribuem para a avaliação da eficiência do modelo de gestão e novas medidas para atingir um melhor desempenho por parte deste.

O modelo proposto apresenta uma mais-valia relativamente ao modelo vigente, na medida em que, insere o nível de enchimento e/ou massa recolhida para cada contentor, o que facilita a contabilização da quantidade de resíduos produzida por cada unidade, e por sua vez a quantidade de resíduos gerados no município. Actualmente, o modelo de gestão vigente apresenta lacunas nas operações de gestão, recolha e transporte, ou seja, não contempla os custos associados a essas operações. A aplicação da tarifa única não é solução para o suporte da gestão. Neste âmbito, surgiu o novo modelo em que na base de dados insere todas as variáveis necessárias para determinar as quantidades de resíduos a gerir, por freguesia ou município ou utente, tendo assim em conta o esforço de cada um para a recolha e a quantidade de resíduos que é necessário gerir de acordo com a respectiva natureza.

A vertente social é um dos factores fundamentais em qualquer modelo de gestão, na medida em que, é necessário ter em atenção ao meio a que se refere a sua aplicação, devido aos diferentes factores que influenciam o modo de actuação na gestão de resíduos. No entanto, é fundamental que o cidadão tome consciência do papel a desempenhar na gestão de resíduos, independentemente do meio em que está inserido. Esta consciência, por parte da sociedade, não se verifica no modelo actual, uma vez que são notórios os hábitos denominados consumistas, os comportamentos e atitudes inconscientes perante o meio ambiente.

O modelo de gestão proposto realça a responsabilidade do cidadão, apostando na participação activa do mesmo, na tentativa de contribuir para a sua mudança de atitudes e comportamentos e o consequente desenvolvimento de uma consciência para resolução de problemáticas ambientais. Sendo os municípios os responsáveis pela transmissão desses valores, através de, campanhas de sensibilização, esclarecimento entre outras, inserindo novas ideias e conceitos, tais como, o Princípio de Prevenção, o Princípio do Poluidor Pagador (PAYT).

Este exercício de elaboração de um modelo usando os SIG, permitiu concretizar o conjunto de objectivos definidos para o trabalho.

A deficiente gestão em matéria de resíduos, que actualmente se verifica constitui, deste modo, um dos pontos fracos identificados justificando-se a adopção de um conjunto de medidas estratégicas, que permitam colmatar as falhas actualmente verificadas.

Tendo em conta que o sistema de gestão de resíduos urbanos, tal como qualquer sistema de gestão de resíduos se encontra em constante aperfeiçoamento e melhoria, este exercício de avaliação deve repetir-se periodicamente de modo a garantir e controlar, que os novos desenvolvimentos aos modelos actuais tragam qualidade à gestão realizada hoje em dia. É de salientar ainda que, este procedimento de elaboração de um modelo foi executado com a intenção de ser suficientemente geral e ser aplicado a qualquer sistema de gestão dos diversos fluxos de materiais.

### **7.3 CONCLUSÕES**

O exercício efectuado na continuidade de outros trabalhos da mesma natureza já efectuados Matos *et al.* (2006), alarga o conceito de gestão da recolha, inicialmente voltado para o cadastro de ecopontos, para uma abordagem operacional de monitorização e registo, capaz de satisfazer os mais amplos conjuntos de objectivos quer da entidade administrativa, quer dos operadores, quer dos utentes.

O objectivo principal do estudo apresentado consistiu em elaborar uma base de dados, que englobasse as partes intervenientes do sistema de gestão e a sua aplicação ao caso de estudo no concelho de Ílhavo. As etapas definidas neste procedimento contêm a elaboração da base de dados em Access, a criação da Geodatabase, edição e visualização em Sistemas de Informação Geográfica e, por fim, a comparação do modelo actual com a nova proposta.

A necessidade de realizar todas as fases definidas anteriormente é de extrema importância, uma vez que todas são indispensáveis para uma correcta elaboração de um sistema de gestão, permitindo desta forma promover uma melhoria contínua no desempenho deste tipo de aplicações.

Os sistemas de informação geográfica (SIG) fornecem um suporte georeferenciado para um vasto conjunto de informações sob a forma de bases de dados com especificações diversas (ex: formatos DXF) e articulações com diferentes aplicações de bases de dados (dBase, Access, Excell), permitindo uma representação visual muito eficiente dessa informação e, principalmente, suportando um amplo conjunto de funcionalidades de acesso, actualização e análise dessa informação (cálculo de distâncias, áreas e volumetrias, cálculo de percursos mais curtos, etc.), que muito poderá ajudar à melhoria do desempenho sistemas de gestão de RU.

Os SIG aplicados à gestão de RU apresentam um enorme potencial de oportunidades, porém, ainda é possível constatar dificuldades em algumas medidas decorrentes da falta de normas relativas a especificações e modelos de organização da informação, que necessitam de ser estabelecidas. Portanto, o trabalho apresentado é um contributo para a definição de algumas dessas normas.

Existe ainda um longo caminho a percorrer nos sistemas de gestão de RU e pequenos contributos poderão fazer a diferença no futuro, como consciencializar e sensibilizar a sociedade da importância das suas atitudes e comportamentos face à gestão de RU.

## 7.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO REALIZADO

A abordagem efectuada foi casuística, ou seja, a partir de um caso de estudo, embora enquadrado pelos grandes objectivos de gestão e preconizado pela legislação e na definição do quadro específico de potencialidades, ainda existe a necessidade de melhoria e articulação. É curioso verificar que mesmo após da definição de um modelo e sua implementação, continuaram as necessidades de articular com mais informação as tabelas. O desenvolvimento teórico do novo modelo tem de estar à frente do modelo que corresponde às actuais práticas e não será fácil de implementar, pelo que o referido modelo tem que se condicionar às actuais práticas, essencialmente para poder monitorizar a evolução da gestão que terá de acontecer sob pena de insustentabilidade. O modelo proposto para a gestão da recolha foi desenvolvido com um duplo objectivo, devendo contribuir uma aproximação para um modelo de especificações para aplicação em SIG da recolha de RU.

Como foi no âmbito deste trabalho que se aprendeu a construir bases de dados em Access, o exemplo considerado foi complexo, o que exigiu um esforço suplementar. De facto, também atendendo à extensão de algumas tabelas e aos erros iniciais que apresentava ao desenvolvimento contínuo do modelo proposto foi sendo sujeito em função das potencialidades que iam sendo descobertas (e operacionalizadas). As sucessivas alterações da composição das tabelas ao modelo relacional apresenta limitações próprias de um modelo em desenvolvimento.

As limitações do estudo efectuado estão relacionadas por um lado com alguns pressupostos considerados e por outro lado ao elevado número de dados a ser trabalhados decorrente do caso de estudo considerado. Foi necessário a criação de um ID\_referencia\_do\_local para cada ecoponto e em paralelo um ID\_contentor para cada contentor, em que na maioria dos casos não existia o seu código específico. Outro inconveniente foi passar os contentores que estavam próximos, ou seja, a um raio inferior de 2,5 m e que estes fossem agrupados no mesmo ecoponto. A falta de informação impossibilitou o preenchimento de alguns atributos da base de dados relacional em Access. Uma vez, que esses atributos dependem em alguns dos casos por inexistência da mesma, e noutros, da falta de informação facultada pelas partes intervenientes no sistema de gestão de RU. Outra lacuna encontrada foi a incoerência na designação das ruas do concelho, ou seja, para a mesma rua eram usadas diferentes nomenclaturas.

Por outro lado, a informação que foi trabalhada em Access era bastante extensa e trabalhosa, no qual ao mínimo erro de manipulação de dados tornava-se difícil a sua resolução, uma vez que, estava-se perante uma base de dados relacional. As tabelas relacionais exigem um cuidado redobrado na sua edição, manipulação e a sua eliminação.

A falta de especificações por parte da rede viária impossibilitou a execução da optimização de circuitos.

Os SIG são uma aplicação complexa que requer muito treino e experiência para tirar partido efectivo das muitas aplicações e facilidades que oferece.

## **7.5 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Em resultado deste trabalho, aponta-se algumas sugestões para trabalhos futuros:

- Definição de um modelo de especificações tendo para a rede viária;
- Interligar a base de dados ao sistema GPS;
- Estudar, e aplicar um sistema de tarifas ao cidadão baseado nas quantidades depositadas dos diferentes fluxos;
- A partir do registo operacional dos diferentes circuitos e contentores, analisar a eficácia do serviço da recolha em função das necessidades da recolha dedicada;
- Reavaliar o modelo da base de dados da recolha da RU tendo em vista evitar a informação duplicada/redundante;
- Implementação do modelo proposto para a gestão de RU em sede de um caso de estudo.

## Referências Bibliográficas

- Agência Portuguesa do Ambiente, (2008). "Resíduos Urbanos – Caracterização Física". [www.apaambiente.pt](http://www.apaambiente.pt).
- Agência Portuguesa do Ambiente, (2008). "Resíduos Urbanos – Situação Actual". [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt).
- Agência Portuguesa do Ambiente, (2008). "Resíduos Urbanos – Ponto de situação dos Sistemas de Gestão de RU". [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt).
- Agência Portuguesa do Ambiente, (2008). "Relatório do Estado do Ambiente, 2005". [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt).
- Altamimi, Z. e C. Boucher, (2001). The ITRS and ETRS89 Relationship: New Results from ITRF2000, Report on the Symposium of the IAG Subcommission for Europe (EUREF), Dubrovnik, 2001.
- ArcGIS Desktop Tutorials, (2006). "ArcMap". <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/>
- ArcGIS Desktop Tutorials, (2006). "Building Geodatabases". <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/>
- ArcGIS Desktop Tutorials, (2006). "Editing Geodatabases". <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/>
- ArcGIS Desktop Tutorials, (2006). "Cadastral Editor ". <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/>
- ArcGIS Desktop Tutorials, (2006). "Architecture of a Geodatabase". <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/>
- ArcGIS Desktop Tutorials, (2006). "Geodatabase storage in relational databases". <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/>
- ArcGIS Desktop Tutorials, (2006). "The geodatabase is object-relational". <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/>
- Assembleia da República, (2009). "Legislação". [www.parlamento.pt/](http://www.parlamento.pt/)
- Burrough, P., McDonnel, R., (1998), Principals of Geographic Information Systems, Oxford, Clarendon Press, 161-165.
- Câmara Municipal de Aveiro, (2007). "Recolha Indiferenciada de Resíduos". [www.cm-ilhavo.pt](http://www.cm-ilhavo.pt).
- Câmara Municipal de Ílhavo, (2007). "Rede Municipal de Ecopontos". [www.cm-ilhavo.pt](http://www.cm-ilhavo.pt).
- Câmara Municipal de Ílhavo, (2007). "Ecocentro Municipal". [www.cm-ilhavo.pt](http://www.cm-ilhavo.pt).
- Câmara Municipal de Ílhavo, (2007). "Recolha Indiferenciada". [www.cm-ilhavo.pt](http://www.cm-ilhavo.pt).
- Câmara Municipal de Ílhavo, (2007). "Projecto-piloto de Recolha Integrada de Resíduos Porta-a-Porta". [www.cm-ilhavo.pt](http://www.cm-ilhavo.pt)
- Câmara Municipal de Ílhavo, (2007). "SIG - Ílhavo". [www.cm-ilhavo.pt/sig/](http://www.cm-ilhavo.pt/sig/).
- Decreto-Lei n.º178/2006, de 5 Setembro, relativo ao regime geral da gestão dos resíduos.
- Decreto-Lei n.º183/2009, de 10 Agosto, relativo a aterro de resíduos.
- Decreto-Lei n.º 379/93, de 5 Novembro, relativo ao regime de exploração e gestão dos sistemas multimunicipais e municipais de captação, tratamento e distribuição de água para



consumo público, de recolha, tratamento e rejeição de efluentes e de recolha e tratamento de resíduos sólidos.

Directiva Quadro dos resíduos, (2008/98/CE)., relativa à gestão de resíduos.

Directiva 1999/31/CE, relativa à deposição de resíduos em aterro.

Directiva 2000/76/CE, relativa à incineração de resíduos.

ERSUC (Resíduos Sólidos do Centro, SA.), (2008). “Análise da Situação Actual - 2008” [www.ERSUC.pt](http://www.ERSUC.pt)

ERSUC (Resíduos Sólidos do Centro, SA.), (2008). “Produção de RU - 2008” [www.ERSUC.pt](http://www.ERSUC.pt)

ERSUC (Resíduos Sólidos do Centro, SA.), (2008). “O Novo Modelo de Gestão de Resíduos - 2008” [www.ERSUC.pt](http://www.ERSUC.pt)

ERSUC (Resíduos Sólidos do Centro, SA), (2008) “Plano Multimunicipal de Gestão de Resíduos urbanos”. <http://www.ERSUC.pt/site/images/PMGRERSUC.pdf>

ESRI Portugal, (2006), “Introdução ao ArcGIS (9.2) – Nível I”, Curso de formação, Slides do Curso.

Eunomia, (2001): Costs for Municipal Waste Management in the EU (Custos de gestão de resíduos urbanos na EU), Bruxelas: Comissão Europeia, p.39.

EUREF, (2007). European Terrestrial Reference System 89 (ETRS89) web site: <http://etrs89.ensg.ign.fr/en>.

Fernando Mayordomo Cunha, (2005). “Manual prático para a gestão de resíduos”.

Grupo SUMA, (2009). “Gestão e Tratamento de Resíduos”. [www.suma.pt/](http://www.suma.pt/)

Grupo SUMA, (2009). “Investigação, Desenvolvimento e Inovação”. [www.suma.pt/](http://www.suma.pt/)

Grupo SUMA, (2009). “Limpeza urbana”. [www.suma.pt/](http://www.suma.pt/)

Grupo SUMA, (2009). “Recolha de Resíduos”. [www.suma.pt/](http://www.suma.pt/)

IGP, 2008. Instituto Geográfico Português: <http://www.igeo.pt>

Instituto Regulador da Água e dos Resíduos, (2009). “Guia de avaliação da qualidade dos serviços de Águas e Resíduos prestados aos utilizadores”.

Instituto Nacional de Estatística (1998). “Divisões territoriais nacionais – Tipologia das áreas urbanas”. [www.ine.pt](http://www.ine.pt)

Instituto Nacional de Estatística (2002). “Resultados definitivos dos CENSOS 2001”. [www.ine.pt](http://www.ine.pt)

Instituto Nacional de Estatística, (2008). “Classificação do urbano/rural” [www.ine.pt](http://www.ine.pt)

Johansson, Ola M., “The effect of dynamic scheduling and routing in a solid waste management system”, Waste Management, 26 (2006) 875–885.

Johnson, A., Pettersson, C., Fulton, J., (1992), Geographic Information Systems (GIS) and Mapping, Practices and Standards, ASTM, Philadelphia.

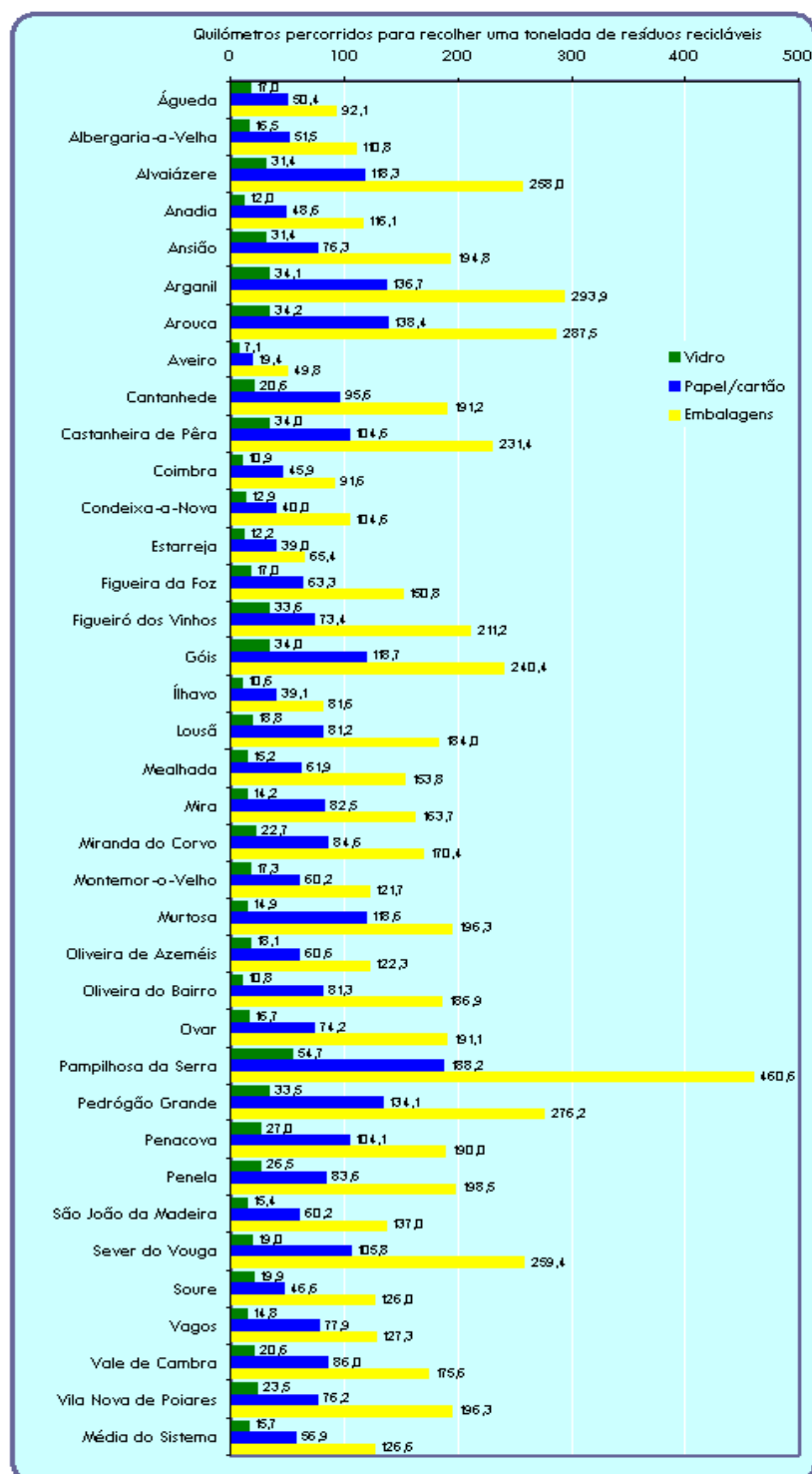
João de Quinhones Levy *et al*, (2002). “O mercado dos resíduos em Portugal”.

Kim, K., Kim, J., Choi, J., Sung, M. (1995). Application of GIS to Water Quality Management. GIS/LIS' 95 Annual Conference and Exposition Proceeding, Nashville (E.U.A), vol. II, pp. 554-562.

- Koncz, N., Greenfeld, J. (1995). Design considerations of a GIS-based transit advanced Traveller Information System. GIS / LIS' 95 Annual Conference and Exposition Proceeding, Nashville (E.U.A), vol. II, pp. 563-573.
- Maiambiente, "Utilização de Ferramentas SIG na Optimização da Logística da Recolha Selectiva", Seminário Optimização da Logística da Recolha Selectiva, Porto, Maio 2006
- .MAOTDR (Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e Regional), (2006) "Plano Estratégico de Resíduos urbanos (PERU II): Consulta Pública".
- MAOTDR (Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e Regional), (2007) "Estratégia Nacional Desenvolvimento Sustentável (ENDS): Consulta Pública".
- MAOTDR (Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e Regional), (2003) "Estratégia Nacional para a Redução de Resíduos Urbanos Biodegradáveis (ENRUBDA): Consulta Pública".
- MAOTDR (Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e Regional), (2007) "Estratégia Nacional para as Compras Públicas: Consulta Pública".
- MAOTDR (Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e Regional), (2006) "Estratégia Temática na Prevenção e Reciclagem de Resíduos: Consulta Pública".
- Margarida Silva Lopes, (2008). "Contribuição para um modelo de gestão sustentável de resíduos urbanos a nível municipal". Tese de Mestrado em Eng. do Ambiente, Universidade de Aveiro.
- Matos, M. Arlindo A., Barrosa, Rui P.C. e Coelho, Ricardo D.A.C, (2006) "Os Sistemas Informação Geográfica (SIG) Aplicados à gestão de resíduos urbanos (RU) ". Artigo não publicado.
- Matos, M.A.A., Rodrigues, N.J., Costa, P.M. e Lima M.J., (2006), "Aplicação da metodologia da Análise de Ciclo de Vida (ACV) à gestão de Resíduos urbanos (RU) em Portugal Continental", Comunicação oral ao 12<sup>a</sup> Encontro Nacional de Saneamento Básico, Outubro 2006, Cascais, Portugal
- Matos, M.A. *et al.*, (2000). "Caracterização de resíduos urbanos no município de Aveiro". Universidade de Aveiro.
- Matos, M.A., (2008). "Apontamentos da disciplina de Técnicas de Gestão de Resíduos Sólidos", Capítulo 1,2 e 3. Universidade de Aveiro
- Matos, M.A., (2008). "Apontamentos da disciplina de Tratamento e Gestão de Resíduos Sólidos", Capítulo 1,2 e 3. Universidade de Aveiro
- Matos, M.A., (2008). "Apontamentos da disciplina de Legislação de Gestão de Resíduos". Universidade de Aveiro
- M.K. Ghose, A.K. Dikshit, S.K. Sharma, " A GIS based transportation model for solid waste disposal – A case study on Asansol municipality", *Wast Management* 26 (2006) 1287-1293.
- Nadaís, M.H., (2008). "Apontamentos da disciplina de Sistemas de Gestão Ambiental", Aula 5. Universidade de Aveiro
- NGA – National Geospatial Agency, (2000). NIMA Technical Report 8350.2; 3rd edition; amendment 1; 3 January 2000, "Department of Defense World Geodetic System 1984 - Its definition and relationships with local geodetic systems".
- Oliveira, M.S. (2008). "Optimização de Circuitos de Recolha de Lixos Domésticos".

- PAYT, (2008). Descrição do Projecto de Sistemas de Taxa Variável: [www.payt.net/](http://www.payt.net/).
- Portaria n.º187/2007, Aprova o Plano Estratégico para os Resíduos urbanos (PERU II).
- Portaria n.º209/2004, de 3 de Março, relativa às operações de gestão de resíduos.
- Portaria n.º209/2004, de 3 de Março, relativa Lista Europeia de Resíduos (LER.)
- Portaria n.º335/97, de 16 de Maio, relativa às regras de transporte de resíduos dentro de território nacional.
- Portal do Ambiente e do Cidadão, (2009). "Distribuição e Identificação de Contentores". <http://ambiente.maiadigital.pt/ambiente/residuos/projectos-1/distribuicao-e-identificacao-de-contentores/>
- Portal do Ambiente e do Cidadão, (2009). "Recolha Selectiva nas Indústrias e Comércio Locais". <http://ambiente.maiadigital.pt/ambiente/residuos/projectos-1/recolha-selectiva-nas-industrias-e-comercios-locais-resicl/>
- Portal do Ambiente e do Cidadão, (1998). "Distribuição e Identificação de Contentores". <http://ambiente.maiadigital.pt/ambiente/residuos/projectos-1/distribuicao-e-identificacao-de-contentores/>
- Reference Frame Sub Commission for Europe, (2009). "Overview of EUREF". <http://www.euref.eu/>
- Reference Frame Sub Commission for Europe, (2009). "European Terrestrial Reference System". <http://www.euref.eu/>
- IRAR, (2007). "Percepção pública e disponibilidade para pagar por melhorias na qualidade dos serviços de águas e resíduos em Portugal Continental". Relatório do IRAR
- IRAR, (2007). "Análise dos tarifários de serviços de gestão de resíduos urbanos em Portugal". Relatório do IRAR
- Sistemas de Informação Geográfica, (1998). "Conceitos". [www.isa.utl.pt/dm/sig/sig/SIGconceitos.html](http://www.isa.utl.pt/dm/sig/sig/SIGconceitos.html)
- Stamper, D.A., (1994), Business data communications, Benjamin Cummings Pub. Co.
- Vasconcelos, M, Botelho, H., Kol, H. e Casaca, J., 2007. The Portuguese Geodetic Reference Frames. XXIV IUGG General Assembly.. Perugia, Italia, June 2007
- Walker, B.A., Xiang, W.-N.. 1995. Application of GIS to Sewer Alignment Design. GIS/LIS' 95 Annual Conference and Exposition Proceeding, Nashville (E.U.A), vol. II, pp. 987-993.

## Anexo A – Distâncias medias de recolha de resíduos recicláveis (km/ton) (Fonte: [www.ersuc.pt](http://www.ersuc.pt))



## Anexo B – Informação Geodésica

Os dois sistemas de coordenadas mais actuais utilizados em Portugal Continental, nomeadamente PT-TM06/ETRS89, Datum 73 e os restantes já são considerados obsoletos, nomeadamente:

- PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989
- Datum 73 (obsoleto)
- Datum Lisboa (obsoleto)
- Bessel Datum Lisboa (obsoleto)
- ED50 - European Datum 1950 (obsoleto)

Relativamente, ao Datum 73 foi estabelecido na década de 1970, posteriormente à reobservação da rede geodésica de Portugal Continental.

As observações angulares foram efectuadas na década de 1960 com teodolitos Wild T3 e T4, tendo a orientação da rede sido estabelecida pelo azimute Melriça TF4 -> Montargil.

Foi escolhido para ponto origem do Datum um vértice geodésico no centro do País (ao contrário do Datum Lisboa que tem a sua origem numa extremidade do território) de forma a minimizar as eventuais distorções da rede.

O cálculo da rede geodésica de primeira ordem foi realizado num só bloco, pelo método de variação de coordenadas (Fonte: <http://www.igeo.pt>).

Tabela A-1 1 – Representação do sistema de referência do Datum 73.

Ponto origem das coordenadas geodésicas:	Vértice Geodésico Melriça TF4 (Observações Astronómicas de 1964)	
Elipsóide de referência:	Hayford (ou Internacional 1924)	Semi-eixo maior: $a = 6\,378\,388\text{ m}$ Achatamento: $f = 1/297$
Nota: Para trabalhos associados a este Datum (produção cartográfica e outros) é habitualmente usado o seguinte sistema de projecção:		
Projecção cartográfica:	Gauss-Krüger	
Latitude da origem das coordenadas rectangulares:	39° 40' 00" N	
Longitude da origem das coordenadas rectangulares:	08° 07' 54",862 W	
Falsa origem das coordenadas rectangulares:	Em M (distância à Meridiana): +180,598 m Em P (distância à Perpendicular): -86,990 m	
Coefficiente de redução de escala no meridiano central:	1,0	

Comparativamente à Datum 73 o sistema de coordenadas PT-TM06/ETRS89 e/ou WGS84 é o mais actual, ou seja, o recentemente utilizado por diferentes entidades. A designação WGS84 (World Geodetic System – 1984) é reconhecida pelos utilizadores de informação geográfica como o sistema de referência associado ao sistema de

posicionamento GPS (Global Positioning System). Este é materializado por um conjunto de estações IGS (International GPS Service for Geodynamics) distribuídas por todo o planeta (NGA, 2000). Contudo, devido à geodinâmica as coordenadas variam na ordem dos centímetros por ano, mesmo nos locais mais estáveis. Assim, o sistema WGS84 é inconveniente para fins de apoio topográfico que pretenda uma grande exactidão posicional, pelo que é habitual fixá-lo para uma dada época.

Relativamente, à Europa estabeleceu-se o sistema designado por ETRS89 (European Terrestrial Reference System – 1989) que coincide com o WGS84 em 1989 (Altamimi *et al*, 2001). Este é materializado por um conjunto de estações fixadas na placa euro-asiática, que é bastante estável (EUREF, 2007).

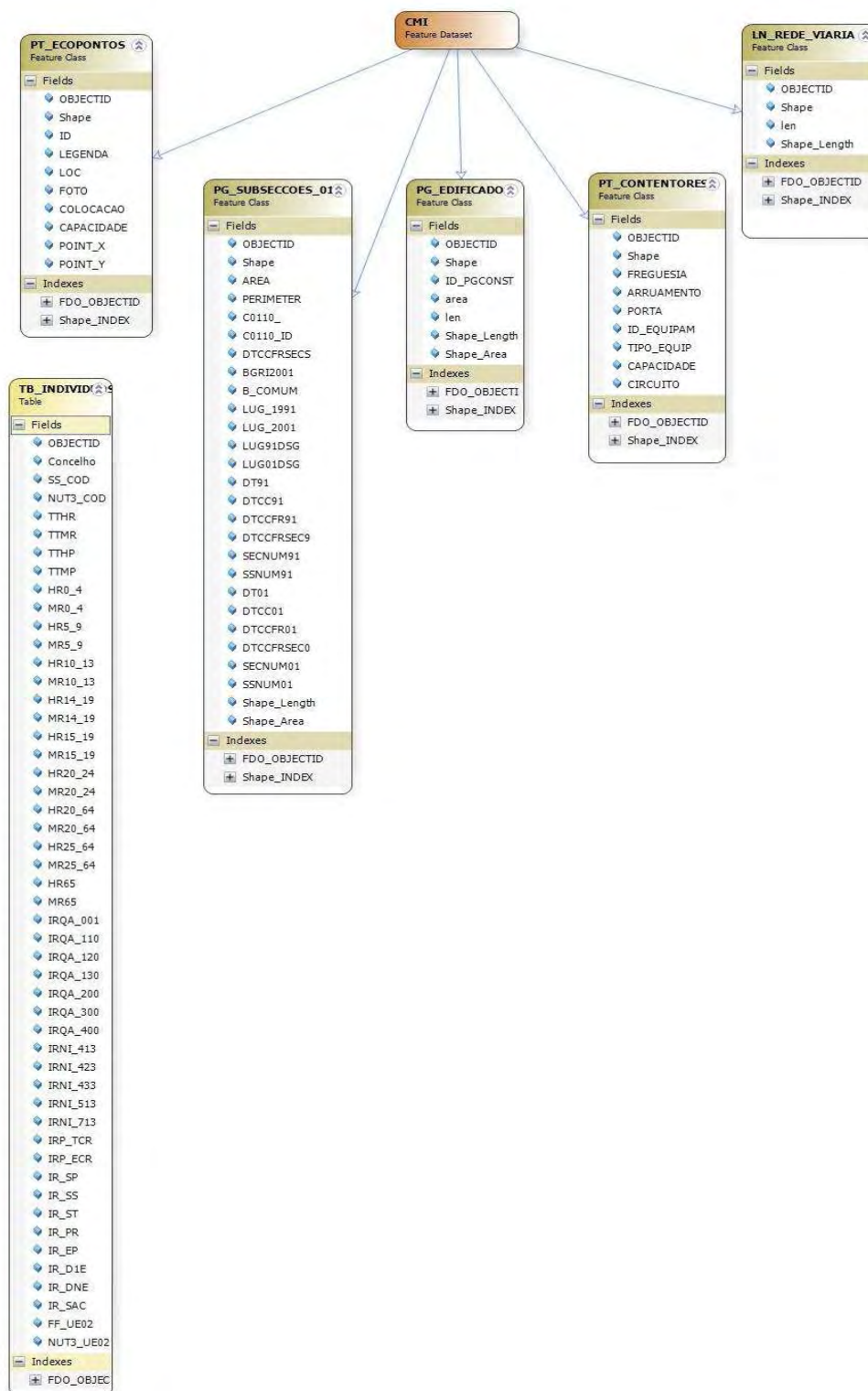
No caso de Portugal o Instituto Geográfico Português (IGP) adoptou este sistema para servir como datum geodésico de base nacional, substituindo o datum 73 (D73) e o datum Lisboa (DLX). O estabelecimento do ETRS89 em Portugal Continental foi efectuado com base em campanhas internacionais (realizadas em 1989, 1995 e 1997), que tiveram como objectivo ligar convenientemente a rede portuguesa à rede europeia. Nos anos subsequentes, toda a rede geodésica de 1ª e 2ª ordem do Continente foi observada com GPS, tendo o seu ajustamento sido realizado fixando as coordenadas dos pontos estacionados nas anteriores campanhas internacionais (Vasconcelos *et al*, 2007). O ETRS89 é um sistema global de referência recomendado pela EUREF (European Reference Frame, subcomissão da IAG - Associação Internacional de Geodesia) estabelecido através de técnicas espaciais de observação. No simpósio da EUREF realizado em Itália em 1990 foi adoptada a seguinte resolução: "A Sub-comissão da IAG para o Referencial Geodésico Europeu (EUREF) recomenda que o sistema a ser adoptado pela EUREF seja coincidente com o ITRS na época de 1989.0 e fixado à parte estável da Placa Euro-Asiática, sendo designado por Sistema de Referência Terrestre Europeu 1989 (European Terrestrial Reference System – ETRS89) ".

A informação relativa aos sistemas de informação geodésica é disponibilizada gratuitamente pelo IGP através do seu endereço oficial na internet (Fonte: <http://www.igeo.pt>).

Tabela A-1 2 - Representação do sistema de referência do ETRS 89.

Elipsóide de referência:	GRS80	Semi-eixo maior: $a = 6\,378\,137\text{ m}$ Achatamento: $f = 1 / 298,257\,222\,101$
Projecção cartográfica:	Transversa de Mercator	
Latitude da origem das coordenadas rectangulares:	39° 40' 05",73 N	
Longitude da origem das coordenadas rectangulares:	08° 07' 59",19 W	
Falsa origem das coordenadas rectangulares:	Em M (distância à Meridiana): 0 m Em P (distância à Perpendicular): 0 m	
Coeficiente de redução de escala no meridiano central:	1,0	

## Anexo C – Geodatabase da Câmara Municipal de Ílhavo e atributos das Feature Class respectivas



## Anexo D – Código em Quick Basic

```
' ' Programa
DIM X!(2000), Y!(2000), ecoponto$(2000)
DIM ecop$(200, 2)

' ' Nome do ficheiro de dados ecopontos
PRINT " Indique o ficheiro de ecopontos "; : INPUT FICHECO$
FICHinpe$ = FICHECO$
ncarE = LEN(FICHECO$)

FICHoute$ = LEFT$(FICHECO$, ncarE - 4) + ".RES"
OPEN FICHinpe$ FOR INPUT AS #16
OPEN FICHoute$ FOR OUTPUT AS #19

' TABELA D CORRECCOES
OPEN "TABELA.DAT" FOR OUTPUT AS #18

' ECOPONTOS
I = 0
LINE INPUT #16, TIT$
print #19, TIT$
DO WHILE NOT EOF(16)
    I = I + 1
    INPUT #16, ecoponto$(I), X!(I), Y!(I), Rua$, a, b, c
LOOP
NECO = I
CLOSE (16)

K = 0
FOR I = 1 TO NECO - 1
    FOR J = I + 1 TO NECO
        ' Calcula a distancias
        DIST! = SQR((X!(I) - X!(J)) ^ 2 + (Y!(I) - Y!(J)) ^ 2)(a)
        IF DIST! < 2.5 THEN
            K = K + 1
            ecop$(K, 1) = ecoponto$(I)
            ecop$(K, 2) = ecoponto$(J)
            PRINT #18, I, J, ecop$(K, 1), ecop$(K, 2)
        END IF
    NEXT J
NEXT I
CLOSE (18)

KVALUE = K

' elimina o ecopontos repetidos fixando o primeiro que aparece
OPEN FICHinpe$ FOR INPUT AS #21

LINE INPUT #21, TIT$
PRINT #19, TIT$

DO WHILE NOT EOF(21)
    INPUT #21, eco$, x1!, y1!, Rua$, a, b, c
```



```

IFL = 0
FOR K = 1 TO KVALUE
IF eco$ = ecop$(K, 2) THEN
IFL = K
END IF
NEXT K

IF IFL = 0 THEN
WRITE #19, eco$, x1!, y1!, Rua$, a, b, c
END IF

LOOP
close (19)
close (21)

' Corrigir o ficheiro de contentores, substituindo as referencias de
local
' pela novas
' Nome do ficheiro de dados DE CONTENTORES
PRINT " Indique o ficheiro de contentores "; : INPUT
FICHCON$

FICHinpC$ = FICHCON$
ncarC=len(FICHCON$)

FICHoutC$ = left$(FICHCON$,ncarC-4) + ".RES"
OPEN FICHinpC$ FOR INPUT AS #17
OPEN FICHoutC$ FOR OUTPUT AS #20

' CONTENTORES
LINE INPUT #17, TIT$
PRINT #20, TIT$

DO WHILE NOT EOF(17)
INPUT #17, eco$,cont$,a$,a!,B!,b$,c!,d$,e!,f$,G$,h$

IFL = 0
FOR K = 1 TO KVALUE
IF eco$ = ecop$(K, 2) THEN
IFL = K
END IF
NEXT K

' manter o ecoponto ou muda o nome
IF IFL = 0 THEN
WRITE #20,eco$,cont$,a$,a!,B!,b$,c!,d$,e!,f$,G$,h$

else
WRITE #20,ecop$(IFL,1),cont$,a$,a!,B!,b$,c!,d$,e!,f$,G$,h$

END IF

LOOP
CLOSE (17)
close (20)

FICHinpC$ = FICHoutC$
ncarC=len(FICHinpC$)

```

```

'          FICHoutC$ = left$(FICHinpC$,ncarC-4) + ".DAT"
          OPEN FICHinpC$ FOR INPUT AS #17
'          OPEN FICHoutC$ FOR OUTPUT AS #20

'  CONTENTORES
      I = 0
      LINE INPUT #17, TIT$

DO WHILE NOT EOF(17)
      I = I + 1
      INPUT #17, ecoponto$(I),cont$,a$,a!,B!,b$,c!,d$,e!,f$,G$,h$
LOOP
NCONT = I
CLOSE (17)

'  ECOPONTOS
      FICHinpE$ = FICHoutE$
      ncarE = LEN(FICHoutE$)

      FICHoutE$ = LEFT$(FICHinpE$, ncarE - 4) + ".DAT"
      OPEN FICHinpE$ FOR INPUT AS #16
      OPEN FICHoutE$ FOR OUTPUT AS #19

      I = 0
      LINE INPUT #16, TIT$
      print #19, TIT$
DO WHILE NOT EOF(16)
      I = I + 1
      INPUT #16, ecop$, X1!, Y1!, Rua$, a, b, c

IFL = 0
FOR K = 1 TO NCONT
IF eco$ = ecoponto$(K) THEN
IFL = IFL+1
END IF
NEXT K

'  mantém o ecoponto ou muda o nome
      WRITE #19,ecop$, X1!, Y1!, Rua$, IFL, b, c

LOOP

CLOSE (16)
CLOSE (19)

      STOP
      END

```

## Anexo E - Recorte da tabela Ecopontos do modelo actual (recolha selectiva)

ID	LEGENDA	LOC	FOTO	COLOCAÇÃO	CAPACIDADE	POINT_X	POINT_Y
90	Ecoponto	Rua da Coutada, junto á moradia n.º 87 a)	Foto_90			-44884,03	105176,67
92	Ecobox	Junto ao Skate Park	Foto_92		750L	-48576,47	106554,59
38	Ecoponto	Costa Nova - Avenida da Bela Vista	Foto_38			-52229,20	105551,65
91	Ecoponto	Alameda D. Manuel II - Junto ao Mercado da Gafanha da Nazaré	Foto_91			-49294,64	107353,29
12	Ecoponto	Cruzamento entre a Rua Sacadura Cabral e Gago Coutinho	Foto_12			-48772,77	108237,35
94	Ecotainers	Rua Celestino Gomes - Trseiras do Edificio Municipal	Foto_91			-45161,64	103558,43
95	Ecoponto	Rua do Norte - ao lado da cabine de electricidade	Foto_95			0,00	0,00
96	Ecoponto	Avenida da Bela Vista	Foto_96			-52257,61	104916,56
97	Ecoponto	Avenida 25 de Abril - frente plenicope	Foto_97			-45062,16	103462,92
98	Ecoponto	Rua Doutor Samuel Maia	Foto_98			-45956,47	103390,06
99	Ecoponto	Rua Camilo Castelo Branco	Foto_99			-49665,11	107598,00
100	Ecoponto	Rua João XXIII	Foto_100			0,00	0,00
5	Ecoponto	Barra -Praceta S. João	Foto_5			-51966,87	108304,03
1	Ecoponto	Barra - Largo do Mercado	Foto_1			-51913,59	108188,68

## Anexo F - Recorte da tabela Contentores do modelo actual (recolha indiferenciada)

FREGUESIA	ARRUAMENTO	ID_EQUIPAM	TIPO_EQUIP	PORTA	CAPACIDADE	CIRCUITO
São Salvador	R. Manuel Bolais Mónica	0	Contentor Pvc	0	800	ILH RU 01
São Salvador	Rua Manuel Bolais Mónica	0	Contentor Pvc	0	800	ILH RU 01
São Salvador	Av.25 Abril -rotunda da malhada,	1228	Contentor Pvc	8	800	ILH RU 01
Gafanha da Nazaré	Rua Camilo Castelo Branco	0	Contentor Pvc	0	1100	ILH RU 04
Gafanha da Nazaré	Rua Afonso de Albuquerque	0	Contentor Pvc	334	1100	ILH RU 04
Gafanha da Nazaré	Rua Santa Mafalda	0	Contentor Pvc	0	1100	ILH RU 04
Gafanha da Encarnação	Rua da Quinta do Cravo	0	Contentor Pvc	17	800	ILH RU 02
Gafanha da Encarnação	Rua da Quinta do Cravo	0	Contentor Pvc	13	1100	ILH RU 02
Gafanha do Carmo	Sem referência	0	Contentor Pvc	0	800	ILH RU 02
Gafanha do Carmo	Sem referência	0	Contentor Pvc	0	800	ILH RU 02
Gafanha do Carmo	Sem referência	0	Contentor Pvc	0	1100	ILH RU 02

## Anexo G – Recorte da tabela Ecopontos do novo modelo (Access)

ID_referencia_do_local	Coordenadas_XX	Coordenadas_YY	Arruamento	Freguesia	Altitude
01100100RB0435	-51435,36	102914,70	Rua de Baixo	Gafanha do Carmo	12
01100100RB0436	-51759,70	101897,90	Rua de Baixo	Gafanha do Carmo	12
01100100RB0437	-51596,57	102460,10	Rua de Baixo	Gafanha do Carmo	12
01100100RB0438	-51691,88	102135,30	Rua de Baixo	Gafanha do Carmo	12
01100100RB1574	-51346,32	103095,40	Rua de Baixo	Gafanha do Carmo	12
01100100RB1575	-51526,54	102710,90	Rua de Baixo	Gafanha do Carmo	12
01100100RC0378	-51335,49	102942,50	Rua Central	Gafanha do Carmo	12
01100100RC0465	-50688,30	102091,30	Rua do Cemitério	Gafanha do Carmo	12
01100100RC0482	-51208,27	102103,70	Rua dos Cardosos	Gafanha do Carmo	12
01100100RC1589	-50968,21	102995,10	Rua das Covas	Gafanha do Carmo	12
01100100RC1590	-51390,96	102843,50	Rua Central	Gafanha do Carmo	12
01100100RC1591	-51435,10	102606,70	Rua Central	Gafanha do Carmo	12
01100100RC1592	-51458,65	102433,60	Rua Central	Gafanha do Carmo	12
01100100RC1593	-51479,24	102319,20	Rua Central	Gafanha do Carmo	12
01100100RC1602	-51211,45	101647,00	Rua da Cacilda	Gafanha do Carmo	12
01100100RC1603	-51216,48	101506,70	Rua da Cacilda	Gafanha do Carmo	12
01100100RC1607	-51040,20	102063,50	Rua dos Cardosos	Gafanha do Carmo	12
01100100RC1609	-50685,86	102103,50	Rua do Cemitério	Gafanha do Carmo	12
01100100RC1610	-50687,08	102100,40	Rua do Cemitério	Gafanha do Carmo	12

## Anexo H – Recorte da tabela Contentores do novo modelo (Access)

ID_referencia_do_local	ID_contentor	ID_residuos	Dias_de_recolha	Frequencia_li mpeza_mes	Frequencia_recolh a/semana
01100300LM0204	CMI_CT0750-0001E	RME	D23456S	1	6
01100300LM0204	CMI_CT0750-0001P	RPC	D23456S	1	6
01100300LM0204	CMI_CT0750-0001V	RVD	D23456S	1	6
01100300LR0205	CMI_CT0750-0002E	RME	D23456S	1	6
01100300LR0205	CMI_CT0750-0002P	RPC	D23456S	1	6
01100300LR0205	CMI_CT0750-0002V	RVD	D23456S	1	6
0110030RDC0207	CMI_CT0750-0003E	RME	D23456S	1	6
0110030RDC0207	CMI_CT0750-0003P	RPC	D23456S	1	6
0110030RDC0207	CMI_CT0750-0003V	RVD	D23456S	1	6
0110030AFM0201	CMI_CT0750-0004E	RME	D23456S	1	6
0110030AFM0201	CMI_CT0750-0004P	RPC	D23456S	1	6
0110030AFM0201	CMI_CT0750-0004V	RVD	D23456S	1	6
0110030PSJ0208	CMI_CT0750-0005E	RME	D23456S	1	6
0110030PSJ0208	CMI_CT0750-0005P	RPC	D23456S	1	6
0110030PSJ0208	CMI_CT0750-0005V	RVD	D23456S	1	6

## Anexo I – Recorte da tabela Ficha Técnica do novo modelo (Access)

ID_contentor	ID_residuos	Capacidade_contentor	Equipamento	Cor	Fabricante	Aquisicao_MMY	Propriedade
CMI_CT0750-0001E	RME	750	Ecoponto	Amarelo	AAAA	1002	ERSUC
CMI_CT0750-0001P	RPC	750	Ecoponto	Azul	AAAA	1002	ERSUC
CMI_CT0750-0001V	RVD	750	Ecoponto	Verde	AAAA	1002	ERSUC
CMI_CT0750-0002E	RME	750	Ecoponto	Amarelo	AAAA	1002	ERSUC
CMI_CT0750-0002P	RPC	750	Ecoponto	Azul	AAAA	1002	ERSUC
CMI_CT0750-0002V	RVD	750	Ecoponto	Verde	AAAA	1002	ERSUC
CMI_CT0750-0003E	RME	750	Ecoponto	Amarelo	AAAA	1002	ERSUC
CMI_CT0750-0003P	RPC	750	Ecoponto	Azul	AAAA	1002	ERSUC
CMI_CT0750-0003V	RVD	750	Ecoponto	Verde	AAAA	1002	ERSUC
CMI_CT0750-0004E	RME	750	Ecoponto	Amarelo	AAAA	1002	ERSUC
CMI_CT0750-0004P	RPC	750	Ecoponto	Azul	AAAA	1002	ERSUC
CMI_CT0750-0004V	RVD	750	Ecoponto	Verde	AAAA	1002	ERSUC
CMI_CT0750-0005E	RME	750	Ecoponto	Amarelo	AAAA	1002	ERSUC
CMI_CT0750-0005P	RPC	750	Ecoponto	Azul	AAAA	1002	ERSUC
CMI_CT0750-0005V	RVD	750	Ecoponto	Verde	AAAA	1002	ERSUC

**Anexo J – Número de contentores por ecoponto**

ID_Referencia_do_local	Número de contentores
01100100RB0435	1
01100100RB0436	1
01100100RB0437	1
01100100RB0438	1
01100100RB1574	1
01100100RB1575	1
01100100RC0378	1
01100100RC0465	1
01100100RC0482	1
01100100RC1589	1
01100100RC1590	1
01100100RC1591	1
01100100RC1592	1
01100100RC1593	1
01100100RC1602	1
01100100RC1603	1
01100100RC1607	1
01100100RC1609	1
01100100RC1610	1
01100100RC1611	1
01100100RE0484	3
01100100RI0409	1
01100100RI0410	1
01100100RI0411	1
01100100RI0412	1
01100100RJ1584	1
01100100RJ1585	1
01100100RJ1586	1
01100100RM1588	1
01100100RN1595	1
01100100RN1605	1
01100100RP0417	1



## Anexo K- Número de contentores por rua

Arruamento	Número de contentores
A25	9
Alameda D. Manuel II	3
Alameda Prior Sardo	4
APA	10
Armazéns da CMI	3
Avenida 25 de Abril	22
Avenida da Bela Vista	33
Avenida da Saúde	1
Avenida dos Bacalhoeiros	17
Avenida Dr. Rocha Madail	5
Avenida Fernandes Lavrador	44
Avenida Fernão Magalhães	22
Avenida Infante D. Henrique	5
Avenida João Corte Real	51
Avenida José Estêvão	43
Avenida José Esteves	37
Avenida Marginal	10
Avenida Mário Sacramento	9
Avenida Nossa Sra. da Saúde	14
Avenida Nossa Sra. do Pranto	14
Avenida Vasco da Gama	2
Bairro da Mata	3
Beco Abílio Cabíllhas	1
Beco da Rua Sacadura Cabral	1
Beco do Falcão	2
Calçada Carlos Paião	1
Caminho do Meio	3
Caminho do Praiã	3
Coutada	3
Cruzamento Comendador Egas Salgueiro c/ Rua Eça de Queiroz	3
Cruzamento da Rua da Escola com a Rua do Carmo	3
Cruzamento da Rua das Almas	1

**Anexo L – Número de contentores por ecoponto e rua**

ID_referencia_do_local	Número de contentores	Arruamento
0110030A251170	2	A25
0110030A251360	1	A25
0110030A251359	1	A25
0110030A251201	1	A25
0110030A251181	1	A25
0110030A251174	1	A25
0110030A251173	1	A25
0110030A251172	1	A25
0110030ADM0001	3	Alameda D. Manuel II
0110030APS0002	3	Alameda Prior Sardo
0110030APS1135	1	Alameda Prior Sardo
0110030APA1047	1	APA
0110030APA1055	1	APA
0110030APA1054	2	APA
0110030APA1053	2	APA
0110030APA1051	1	APA
0110030APA1050	1	APA
0110030APA1049	1	APA
0110030APA1048	1	APA
011004ACMI0855	1	Armazéns da CMI
011004ACMI0854	1	Armazéns da CMI
011004ACMI0853	1	Armazéns da CMI
011004A25A0934	1	Avenida 25 de Abril
011004A25A0045	2	Avenida 25 de Abril
011004A25A0935	1	Avenida 25 de Abril
011004A25A0049	1	Avenida 25 de Abril
011004A25A0191	6	Avenida 25 de Abril

**Anexo M – Tabela auxiliar**

Nome	DDCCFR	População Residente	Recolha Indiferenciada	Recolha Selectiva	Densidade Populacional	Número de Contentores indiferenciados por km <sup>2</sup>	Número de Contentores diferenciados por km <sup>2</sup>	Número de Contentores indiferenciados por habitante	Número de Contentores diferenciados por habitante
Gafanha do Carmo	011001	1521	59	6	252,616	9,799	0,997	0,0388	0,0039
Gafanha da Encarnação	011002	4907	277	30	419,044	23,655	2,562	0,0564	0,0061
Gafanha da Nazaré	011003	14021	537	111	895,911	34,313	7,093	0,0383	0,0079
S. Salvador	011004	16760	639	141	402,111	15,331	3,383	0,0381	0,0084